







ELEMENTOS
DE
FORTIFICACION,
EN QUE SE EXPLICAN

Los principios, y método de delinear las obras de la fortificacion regular é irregular, los sistemas de los mas célebres Ingenieros &c.

TRADUCIDOS AL CASTELLANO

SOBRE LA SEXTA EDICION

QUE ESCRIBIÓ EN FRANCES

El señor LE-BLOND *Maestro de Matemáticas del señor Delfin, y de los señores Condes de Provenza y de Artois &c.*

AB

MADRID. MDCCLXXVI.

Por D. JOACHIN IBARRA Impresor de Cámara de S. M.

Con las Licencias necesarias.

AL LECTOR.

TOda la Nacion debe estár agradecida al infatigable esmero con que el Exc.mo señor Conde de O-Reilly procura fomentar el estudio del arte de la guerra, siendo este uno de los objetos en que S. E. ha puesto la mayor atencion, como el mas digno de su ministerio, y el mas importante al lustre y ventajas de la profesion militar.

Ya hoy se halla felizmente desterrada aquella no menos funesta que falsa pre-

preocupacion, de que el valor es la única prenda necesaria á los guerreros, que los escritos militares son inútiles, y que las luces, y conocimientos para desempeñar dignamente el servicio de S. M. solo pueden adquirirse á la frente del enemigo, y con la experiencia de algunas campañas. Nuestros Militares están convencidos de que su profesion exîge un estudio continuado y serio sobre los diferentes ramos que abraza: que la teórica de la guerra debe aprenderse en el seno de la paz: que la fuerza de los

los Exércitos y felicidad de las armas dependen del progreso de este estudio ; y que solo por medio de una incesante aplicacion y trabajo se puede llegar á merecer la estimacion , honor y gloria , que son las mas dignas recompensas de los defensores de la Patria.

Este desengaño tan util, y las ventajas que de él han resultado en beneficio del Exército y perfeccion de su disciplina , se deben á la especial proteccion , y cuidado de S. M. y al esmero con que el Conde de O-Rei-

lly se ha dedicado á seguir en todo sus Reales intenciones, distinguiendo á los estudiosos y aplicados, y proporcionando todos los medios y estímulos para la instruccion de todas clases.

Con este fin ha dispuesto S. E. se traduxese la presente Obra, reconociéndola como la mas propia y adequada para la completa instruccion de los Militares en este ramo de la guerra, cuyo estudio nadie ignora que es de la mayor importancia á todo Oficial.

En efecto ningun escri-

crito de fortificacion ha salido á luz, que pueda compararse con el método, precision y claridad de estos Elementos: las seis ediciones que yá se han publicado forman una prueba nada equívoca de su mérito, el qual ha sido igualmente reconocido por diferentes Autores de fortificacion, que recomiendan la obra del señor Le-Blond, como una de las mas perfectas en su especie, utilísima á los Militares, y digna de los talentos de este sabio Escritor; sin que la circunstancia de no haber

sido Ingeniero, pueda disminuir el debido aprecio á la crítica, y discernimiento con que trata una materia puramente elemental, reuniendo baxo el orden mas exâcto las máxîmas y principios fundamentales del arte de fortificar, é ilustrando con varias Notas y Observaciones los sistemas que han tenido mayor celebridad y aceptacion.

La traduccion se ha formado sobre la edicion sexta en Frances, añadiéndose el pequeño tratado de *Fuertes de Campaña* del mismo Au-

Autor , contenido al fin de la 5[a] ; en donde , aunque concisamente , se incluyen los principios y observaciones mas esenciales para la construccion de este género de obras conforme á la doctrina , y advertencias de los Militares de mayor crédito, y principalmente del señor Clairac en su libro intitulado *Ingeniero de Campaña* , cuya lectura no puede recomendarse bastante á los que quieran instruirse á fondo en materia tan importante.

Se ha conservado en la traduccion la misma especie

de

de medida de que usa el Autor, que es la toesa, la qual consta de 6 pies de París: el que quisiere hacer la reduccion á la vara Castellana del marco de Burgos, deberá tener presente, que segun la razon del pie de París al de Castilla, 6 pies de París equivalen á 7 de Castilla, ó 3 toesas son lo mismo que 7 varas.

En una Obra intitulada *Ciencia de Militares*, impresa en Cadiz año de 1757. se hallan traducidos al Castellano los *Elementos de Fortificacion* del señor Le-Blond por

por D. Manuel Centurion Guerrero de Torres Teniente del Regimiento Real de Infantería de la Reyna ; pero á mas de ser raros los exemplares de esta traduccion , que naturalmente se trabajaría sobre alguna de las primeras ediciones , la que ahora sale á luz está aumentada en una tercera parte con varias observaciones muy útiles , el compendio de la fortificacion antigua , y sistemas mejor fundados de la moderna. Así , aunque la obra de D. Manuel Centurion estuviese mas vulgari-

za-

zada, y no se notasen en su estilo y eleccion de voces facultativas algunas imperfecciones é impropiedades, quedaría nuevo mérito á la presente traduccion para ser preferida como la mas util á la enseñanza é instruccion de los Militares.

TA-

TABLA

De los títulos y problemas contenidos en esta Obra.

No-

Pro-

Sis-

De

PROLOGO

DEL AUTOR.

Una de las partes mas esenciales del Arte Militar es la fortificacion, cuyo conocimiento no solo interesa á los Ingenieros y Artilleros, sino tambien á los Oficiales generales que pueden tener á su cargo el ataque y defensa de las Plazas.

Los Oficiales subalternos necesitan igualmente estár instruidos en los principios de un arte tan importante, pues muchas veces no

no tienen otro recurso que el de sus propias luces para fortificar los diferentes puestos, cuya defensa se les confia en tiempo de guerra.

El objeto de este tratado es dár ideas exâctas sobre la fortificacion, y manifestar sus reglas y principios fundamentales para que qualquiera por sí solo pueda aplicarlos utilmente á la construccion de todas las especies de obras; y á fin de proceder con claridad lo dividiremos en quatro partes.

En la primera se explicarán los términos de la forti-

tificacion, y todo lo perteneciente al objeto y circunstancias del terraplen, foso y camino cubierto, que son las obras esenciales á las fortalezas: se darán diferentes conocimientos para determinar la figura de su recinto, y un compendio de la fortificacion antigua, que sirve de introduccion á las máxîmas que deben observarse en la moderna, las quales se proponen succesivamente. En esta primera parte se fixa tambien la magnitud de los ángulos y lineas de la fortificacion, enseñando despues

pues en muchos problemas la construccion de aquellas obras, que incluyen las Plazas de guerra, cuyas fortificaciones se reducen á un simple recinto con baluartes, foso y camino cubierto.

En la segunda parte se trata de las obras exteriores, ó que se establecen fuera del foso, como revellines, hornaveques simples y dobles, lunetas, contraguardias &c. Tambien se enseña la delineacion de las que se construyen en las inmediaciones de la esplanada, y la de las Ciudadelas, con la descrip-



cion de las contraminas explicando el pormenor de todas estas diferentes obras; á que se añaden en algunas notas las observaciones necesarias para hacer mas general el método de su construccion.

La tercera parte incluye aquellos sistemas principales, que manifiestan los progresos mas notables del arte de fortificar desde la invencion de los baluartes. En la serie de ellos podrá observarse con quánta lentitud se caminó hasta la época del Conde de Pagan, y

que

que apenas ha habido variacion alguna en la disposicion particular del recinto de las Plazas ; sin que por esto deba inferirse que yá no puede ser susceptible de mayor perfeccion , pues su corta resistencia , despues que el enemigo se ha hecho dueño de las demás obras , basta para demostrar los defectos de semejante construccion; y aunque es mas facil observarlos que corregirlos, sin embargo importa mucho conocer primero la debilidad de nuestra fortificacion actual para buscar los me-

medios de repararla.

Las ventajas é inconvenientes de cada uno de estos sistemas se exâminan en algunas notas, las quales tambien contienen diferentes observaciones sobre las falsabragas, flancos cubiertos, casamatas, y segundos flancos. Al fin de esta tercera parte se dá una idea de la fortificacion del célebre Coehorn, y se enseña el modo de trazar sobre el terreno el recinto de una fortaleza.

El objeto de la quarta parte es la fortificacion irregular, la qual se trata con nue-

nuevo método , y mas circunstanciado que el de las precedentes ediciones , explicando los principios generales para disponer el recinto de las Plazas irregulares en la forma menos defectuosa , y que sus lados sean casi capaces de la misma resistencia : estos principios se aplican á la fortificacion del recinto de una Plaza , que comprehende las mas ordinarias irregularidades , cuya operacion se executa con la mayor prolixidad para manifestar claramente el modo de disponer todas las partes

con-

conforme á las máxîmas esenciales del arte, y sin dependencia de particular sistema. Finalmente se termina el tratado con varias observaciones sobre las Plazas situadas en la orilla de los rios, eminencias, lugares pantanosos, y las marítimas.

Nos parece no haber omitido en esta obra cosa alguna esencial á los Elementos de la Fortificacion; y aunque se hayan escrito otras muchas mas voluminosas sobre la misma materia, en ninguna se explican las reglas y principios con mayor ex-

extension que en la presente, la qual puede comprehenderse con mucha facilidad, como lo ha manifestado la experiencia. Los que la hayan estudiado, tendrán luces suficientes para reconocer nuestras mejores Plazas, y observar si sus fortificaciones están bien adaptadas á las máxîmas generalmente recibidas.

El mejor medio para acostumbrarse insensiblemente á juzgar con exâctitud sobre las ventajas y defectos de las fortalezas, es exâminar repetidas veces, y con

la

la mayor atencion las circunstancias, extension, figura, y objeto de todas sus obras relativamente á la naturaleza del terreno sobre que están colocadas, y á otras varias consideraciones, que ofrecen las diferentes situaciones de las Plazas.

ER-

ERRATAS.

Pag.	*Lin.*	*Dice.*	*Léase.*
11. .	4. .	Quando sigue.	*Quando estas siguen.*
11. .	10. .	la parte *CF*.	*la parte GF*. . . . . .
25. .	23. .	mas agudo el obtuso.	*mas agudo, ú obtuso.*
30. .	18. .	Onuger.	*Onager.*
34. .	1.	O de qualesquiera otro.	*O de qualesquiera otros.*
43. .	13. .	bolantes opuestos. .	*baluartes opuestos.*
60. .	9. .	sera *as*.	*sera a5*
60. .	10. .	si *as*.	*si a5*
71. .	1. .	*gh*, y se tendrá. . .	*GK, y se tendrà.*
73. .	22. .	del baluarte con *K*.	*del baluarte, como K.*
75. .	19. .	de su para parapeto.	*de su parapeto.*
75. .	24. .	los puntos *ST*.	*los puntos S, T.*
79. .	17.	se representa algunas veces.	*se practica algunas veces.*
79. .	18. .	que en la lamina 5.	*que la que se representa en la lámina 5.*
80. .	10. .	*rz*, *xy*.	*XZ, XY.*
80. .	13. .	entrantes *x*.	*entrantes X.*
80. .	14. .	toman las *xa*, *xc*. .	*toman las Xa, Xc.*
81. .	3. .	*Ry*.	*RY.*
82. .	2.	á una de sus puertas *x*.	*á una de sus puertas X.*
83. .	24. .	en medio del otro. .	*en medio de el otro.*
87. .	25.	que longitud de los flancos.	*que la longitud de los flancos.*
91. .	11. .	minutos.	*diminutos.*
98.	4. y 5.	seran de 8 toesas. . .	*sera de 8 toesas.*
104. .	21. .	con que construyen.	*con que se construyen*
106. .	16.	una idea de colocacion.	*una idea de la colocacion.*

115.

115..	18..	5 toesas distante...	*5 toesas distantes.*
119..	12..	*x* , *y*...........	*X* , *Y*.
119..	14..	*xy*..............	*XY*.
119..	15..	paralela á *xy*.....	*paralela á XY*.
223..	18..	*EG* , *IH*.......	*EG* , *LH*.
231..	9.	El Señor Pagan , y Vauban.......	*Los Señores Pagan, y Vauban.*
231..	13.	dicho Caballero prefiere..........	*De Ville prefiere.*
233..	2.	Tratese de examinar...........	*Tratase de examinar.*
255..	16..	*GQ* , *DP*.......	*CQ* , *DP*.
283..	10..	como tiene *Ac*....	*como tiene AC*.
378..	16.	de cola de golondrina.........	*á cola de golondrina.*
381..	12..	Los flancos *ax* , *bz*.	*Los flancos aX* , *bZ*.
381..	18..	*Rax* , *Sbz*.......	*RaX* , *SbZ*.

ELE-

ELEMENTOS
DE
FORTIFICACION.

PRIMERA PARTE.

En que se trata de todo lo que pertenece al recinto de las Plazas fortificadas.

I.

Definiciones de la fortificacion, y sus principales partes.

1. Fortificacion es el arte, que enseña á disponer todas las partes del recinto de una Plaza, de manera que pocos puedan defenderse, y resistir contra la invasion de muchos.

Divídese la fortificacion en *natural*, y *artificial.*

2. La primera es aquella, cuya situacion hace dificil el acceso al enemigo, por estar sobre una montaña, y poderse cerrar facilmente sus avenidas, y caminos; ó por hallarse rodeada de pantanos impracticables, precipicios, &c. Estos, y semejantes obstáculos, que la naturaleza hace servir para la defensa de un puesto, se llaman fortificaciones naturales.

3. Las artificiales son las que necesitan el socorro del arte, y del ingenio para resistir á los ataques del enemigo: las obras construidas con este objeto se llaman fortificaciones de la Plaza.

De aquí se sigue, que lugar fortificado es aquel, del qual no puede hacerse dueño el enemigo sin vencer diferentes obstáculos, que son conocidamente ventajosos á los defensores.

4. La fortificacion artificial se divide en permanente, y pasagera, ó de

de campaña. La primera se practíca en las Plazas, y otros lugares destinados para resistir en todo tiempo á fuerzas superiores.

La segunda consiste en diferentes obras, ó pequeños fuertes, que se construyen para atrincherarse, fortificar un campo, cubrir un puente &c, y cuyas defensas solo subsisten mientras dura la guerra, ó permanecen en campaña los exércitos.

En este tratado se hablará particularmente de las fortificaciones artificiales, cuyo objeto es la defensa de las ciudades, ú otros puestos importantes á la conservacion del Estado, á quienes se dá el nombre de Plazas fortificadas, ó fortalezas.

Las obras regulares de las Plazas fortificadas consisten en un terraplen, foso, y camino cubierto.

5. El terraplen es una masa de tierra que circuye á la Plaza por todos los parages accesibles. Su latitud ordinaria en la parte superior es de 9 toesas, y en la inferior de 13 á

14 ; pero su altura suele variar segun la situacion y circunstancias de la fortaleza , aunque regularmente es de 3 toesas.

El objeto del terraplen es cubrir las partes mas esenciales de la Plaza, como son almacenes de pólvora , y otros edificios principales , cerrar la entrada á los enemigos , y dar proporcion á los que la defienden para descubrir la campaña á tiro de cañon , y poder arruinar con ventaja los trabajos del sitiador.

6. El pendiente , que forma el terraplen hácia la Plaza por la disposicion que naturalmente toman las tierras , se llama declivio interior, cuya base ordinariamente es una tercera parte mayor que la altura del terraplen , y se determina desde el punto que señala la perpendicular baxada sobre el piso de la Plaza desde la linea que termina la latitud superior del terraplen , hasta donde empieza la masa de las tierras en lo interior de la Plaza ; de suerte , que si

si esta distancia es de 27 pies, se dirá que el declivio es de 27 pies, y si tuviese 12, será de 12 &c.

7. Sobre el extremo del terraplen hácia la campaña se pone una elevacion de tierra de $7\frac{1}{2}$ pies de altura, y 3 toesas de grueso para cubrir á los defensores, y se llama *parapeto.*

8. La banqueta es una especie de grada, que se construye sobre el terraplen, inmediata al parapeto, para que el soldado pueda hacer fuego contra el enemigo.

9. Llámase declivio superior del parapeto la parte superior de él, porque se dispone con inclinacion hácia la campaña para descubrirla á la menor distancia posible.

10. El espacio que queda sobre el terraplen despues del parapeto, se llama el *adarve*, ó camino del terraplen, y sirve para el paso libre de las tropas, y uso de las máquinas destinadas á la defensa de la Plaza; pues á mas de descubrir mejor por

su elevacion los trabajos del enemigo, queda este dominado por un fuego superior al que pudiera hacérsele de otro terreno igualmente elevado que el que ocupa en la campaña.

Suelen plantarse sobre el terraplen algunas filas de árboles, que á mas de adornar la Plaza pueden ser útiles en tiempo de sitio para faginas, y otros diferentes usos, que exîge la defensa.

11. El terraplen y parapeto se sostienen ordinariamente por parte de la campaña, con un muro de piedra ó ladrillo, que se llama revestimiento; en cuyo caso se dice, que el terraplen está revestido, para diferenciarse del que se construye solo con tepes, y sin alguna mampostería.

12. Para que el revestimiento pueda resistir mejor el empuje de las tierras, se le añaden estribos, ó contrafuertes, y son unos sólidos de mampostería distantes entre sí 15 pies, que entran en el terraplen, y tienen su misma altura.

Quan-

13. Quando el terraplen está revestido, corre por todo su circuito exterior al pie del parapeto una fila de piedras en figura de semicírculo, que resalta medio pie del revestimiento, y se llama cordon.

14. Antiguamente se dexaba entre el cordon, y el parapeto un espacio de 3 á 4 pies de ancho, guarnecido de un antepecho de $3\frac{1}{2}$ pies de alto sobre $1\frac{1}{2}$ pie de grueso, y servia para hacer la ronda, por cuyo motivo se llamaba *camino de rondas*; pero en las plazas modernas se omite, á fin de no aumentar la latitud del terraplen; aunque este inconveniente es de menos consideracion que las ventajas, que procuraba la referida obra para la comodidad de las rondas, y para que fuese mayor la resistencia del parapeto. En atencion á esto dice el Mariscal de Vauban tratando de la defensa de las Plazas, que en las que hubiese de construir nuevamente no dexaria de poner el camino de rondas.

15. Escarpa ó declivio exterior es el pendiente, que forma el revestimiento del terraplen hácia la campaña, y empieza desde el fondo del foso hasta el cordon, sobre el qual se levanta perpendicularmente el revestimiento del parapeto. Pero quando el terraplen no se halla revestido, continúa la escarpa hasta la parte superior del parapeto, y se le dá el menor declivio posible para que no facilite la entrada á la Plaza.

16. El cordon se representa en los planos con una linea mas fuerte que las demás, y se llama linea magistral, desde donde empiezan á contarse los gruesos de cada parte del recinto.

Las porciones del terraplen, co-
Lam. 1. mo *ABCDE*, *FGHIL*, que salen hácia la campaña, se llaman baluartes.

17. Cada baluarte se compone de 4 lineas, dos de las quales, como *BC*, *CD*, que se llaman caras, forman el ángulo saliente *BCD*, y se di-

dice ángulo flanqueado : cada una de las otras dos lineas *AB* , *DE* se llama flanco ; y la parte *EF* del recinto entre dos baluartes es la cortina.

De aquí se infiere , que el recinto de una Plaza se compone solamente de caras , flancos , y cortinas.

18. Angulos de la espalda son los formados por una cara , y un flanco como *ABC* , *CDE* ; y los que se componen de una cortina , y flanco , como *DEF* , *EFG* , se dicen ángulos del flanco.

19. Lado exterior del polígono es una linea , como *CH* , terminada en los vértices de los ángulos , flanqueados de dos baluartes inmediatos.

20. La linea *OH* tirada desde el centro *O* de la Plaza al ángulo flanqueado *H* de un baluarte, es el radio mayor.

21. La prolongacion *FK* de una cortina *EF* hasta el radio mayor , se dice *semigola* del baluarte. Dos semigolas *FK* , *KL* forman el ángulo *FKL*,

y

y se llama ángulo del centro del baluarte.

22. El lado interior del polígono es la linea recta que une los centros de dos baluartes vecinos, como *KN*, y se compone de una cortina *LM*, y dos semigolas *LK*, *MN*.

23. La linea *OK*, ú *ON*, que se tira del centro *O* de la Plaza al centro *K*, ó *N* de un baluarte, se llama el radio menor.

24. La linea *KH*, ó *NP* tirada desde el centro *K*, ó *N* de un baluarte hasta el vértice *H*, ó *F* del ángulo flanqueado, es la capital del baluarte, igual á la diferencia del radio mayor, y menor.

25. Angulo del centro del polígono es qualquier ángulo *HOP*, formado por dos radios *OH*, *OP*, que se tiran desde el centro *O* á las extremidades del mismo lado *HP*; y ángulo del polígono, ó de la figura, es el ángulo *CHP* compuesto de los lados *CH*, *HP*.

26. Las lineas *FC*, *EH* &c. tira-

radas desde los ángulos del flanco hasta los ángulos flanqueados *C*, *H* de los baluartes, se llaman lineas de defensa. Quando sigue la prolongacion de las caras, como *CF*, *HE* son lineas de defensa rasante; pero si la cara del baluarte prolongada se termina en la cortina, como *CG*, (Fig. 2.) la linea de defensa *CF* se llama *fixante*; y la parte *CF* comprehendida entre el ángulo del flanco, y el punto *G*, se dice 2.º flanco.

27. Angulo de la *tenaza*, ó *flanqueante* exterior es el ángulo *CRH* Lam. 1. formado por el concurso de dos lineas de defensa.

28. Los ángulos *DCH*, *GHC* &c. formados por las caras del baluarte, y los lados del polígono, se llaman ángulos *diminutos*, y son respectivamente iguales á la diferencia entre el semiángulo del polígono, y el semiángulo flanqueado del baluarte.

29. Angulos flanqueantes interiores son los ángulos *CFE*, *HEF* comprehendidos por la linea de la de-

defensa y la cortina.

30. Las lineas que solo sirven para la construccion del plano, y que no se manifiestan quando está concluido, se llaman lineas de construccion. Tales son las lineas de defensa, los lados del polígono, las semigolas, capitales &c.

31 Cañoneras son unas aberturas que se hacen para el uso del cañon en el parapeto de los flancos, en el de las caras hácia el ángulo de la espalda, y algunas veces en la cortina: su construccion se manifiesta en la figura 3.

Lam. 2. *Fig.* 3.

La abertura *CD*, que corresponde á la Plaza, tiene 2 $\frac{1}{2}$ pies: la *AF* que mira á la campaña 9; y es mayor que la otra, para que el cañon pueda disparar á derecha é izquierda del lugar donde está colocado. La parte mas estrecha *E* de la cañonera tiene 2 pies de ancho, y dista un pie del lado interior del parapeto.

Merlon es la porcion de parapeto *FEDIGL* comprehendida entre dos ca-

cañoneras ; y para que sea de alguna solidez se colocan estas á 3 toesas de distancia contadas desde el medio de la una al de la otra. La superficie superior del parapeto de la cañonera tiene su declivio para que el cañon pueda descubrir las obras exteriores inmediatas.

Las cañoneras se representan en los planos con un pequeño triángulo isóceles, cuyo vértice corresponde á lo interior de la Plaza.

32. Quando el parapeto está construido con un muro sencillo solamente, y es de altura proporcionada para cubrir bien al soldado, se hacen en él pequeñas aberturas de pulgada y media de diámetro, que llaman troneras, y sirven para el uso del fusil, así como las cañoneras para el del cañon.

II.

Del Foso.

33. El foso es un espacio profundo,

do, que se hace al pie del terraplen hácia la campaña para dificultar el paso al enemigo, aumentar la escarpa, y altura del revestimiento, y tener las tierras necesarias para la construccion del terraplen.

34. La linea *abd* que termina la anchura del foso por parte de la campaña, se llama la *contraescarpa*: ordinariamente tiene su revestimiento de mampostería para impedir que las tierras no caygan en el foso.

Lam. 1.

35. Quando el terraplen está revestido, su declivio exterior llega hasta el fondo del foso; pero si no lo estuviese, se termina en el nivel de la campaña, dexando entre él, y el foso un pequeño espacio llamado *bancon*, ó *berma* para que las tierras queden bien sostenidas.

36. Si el terraplen no está revestido, necesita mayor declivio, pero lo expone á ser asaltado mas facilmente. Para remediar este inconveniente se forma una estacada volante casi horizontal á la parte exterior

rior enfrente del pie del parapeto con estacas de 8 á 9 pies de longitud, muy unidas, y cuya mitad ó $\frac{2}{3}$ se introducen en el terraplen, dexándolas con alguna inclinacion hácia el foso, para que caygan en él las granadas, y bombas, que puede arrojar el enemigo sobre la estacada, la que tambien es util para impedir la desercion. Las estacas están clavadas á un liston de madera, que las asegura fuertemente.

En la berma suele igualmente ponerse estacada á fin de dificultar el acceso al enemigo; pero entonces se fixan las estacas verticalmente. Otras veces se planta allí una fila de arbustos, ó zarzas, cuyas ramas entretexidas sirven de embarazo para el asalto.

37. Algunas Plazas están fortificadas con segundo recinto, llamado *falsabraga*, y consiste en un espacio de 4 á 5 toesas de ancho al nivel de la campaña, entre el foso, y la parte exterior del muro principal con su

pa-

parapeto de las mismas dimensiones, que el de la Plaza : sirve esta obra para defender el foso con un fuego mas rasante, y ventajoso, que el del terraplen del recinto, por tener menos elevacion.

38. El foso puede ser de agua, ó seco, y de qualquier forma tiene sus ventajas, é inconvenientes : siendo el foso seco, se defiende mejor, pero no pone á cubierto de las sorpresas, como el de agua, el qual tampoco dá facilidad para hacer salidas contra el enemigo.

Como el Ingeniero que fortifica una Plaza, debe arreglarse para la disposicion mas ventajosa de sus obras á la naturaleza, y circunstancias del terreno, estas consideraciones decidirán si el foso ha de ser seco ó de agua. Los mejores son aquellos, que pueden inundarse, ó mantenerse secos, segun convenga á los defensores, como sucede en Landau, Valenciennes, y en algunas otras Plazas.

39. La latitud ordinaria del foso

es

es de 15 á 20 toesas, y su profundidad de 3. Pero como de él se sacan las tierras necesarias para los terraplenes, esta circunstancia debe determinar su anchura, quando por razon del terreno no puede tener la regular profundidad.

40. Quando el foso es seco, se hace en medio la cuneta, que consiste en otro pequeño foso destinado á recoger, y dar salida á las aguas del grande; pero debe construirse de manera, que no sirva para favorecer el paso al enemigo.

Mas adelante se dará la razon, por la qual forma siempre el foso un ángulo entrante *abd* enfrente de la cortina. La parte, que corresponde al ángulo flanqueado, es de figura circular, en donde, así como en los ángulos entrantes, se construyen pequeñas escaleras para la comunicacion del foso con las demás obras. *Lam.* 1.

III.

Del camino cubierto.

41. El camino cubierto, ó estrada encubierta, que sigue al foso inmediatamente, es un espacio de 5 á 6 toesas de ancho terminado por una linea paralela á la contraescarpa, y cubierto de una masa de tierra de $7\frac{1}{2}$ pies de altura, y de 20 á 25 toesas de longitud, que se termina insensiblemente en la campaña con pendiente suave, y forma la esplanada.

Sirve el camino cubierto para tener distante al enemigo, é impedirle se acerque al foso: su parapeto cubre la muralla, de suerte que para arruinarla es menester poner las baterías en lo mas alto de la esplanada, pues la prolongacion de esta hácia la Plaza se termina en la parte inferior del parapeto poco distante del cordon.

El plano del camino cubierto se halla ordinariamente en el mismo nivel de la campaña, aunque algunas ve-

veces suele ponerse uno, ó dos pies mas baxo, si el foso no diere bastante tierra para formar la esplanada.

Segun estuviere el camino cubierto en el mismo nivel de la campaña, ó mas baxo, se construyen al pie de su parapeto una ó dos banquetas, como en el de la Plaza, para que el soldado pueda hacer fuego sobre la esplanada, y descubra la campaña.

42. Sobre la banqueta del camino cubierto, quando es una sola, ó sobre la mas elevada, si hubiese dos, se planta la estacada, ó palizada, que consiste en una fila de estacas con punta en su extremo superior, profundadas de 2 á 3 pies en la banqueta á un pie de distancia del parapeto, sobre el que se elevan 6 pulgadas. El intervalo de una á otra estaca es el necesario para el uso del fusil; y á fin de que queden bien aseguradas en situacion vertical, se clavan á un liston orizontal de madera, á la altura del parapeto, para que sobre él pueda hacer fuego la tropa.

Sirve la estacada para impedir que el enemigo salte en el camino cubierto, sobre cuyo parapeto tiene poca elevacion á fin de que el cañon no la destruya con facilidad.

43. En los ángulos entrantes, y salientes del camino cubierto se hacen Plazas de Armas, que son unos espacios capaces para formar la tropa, que debe defenderle y flanquear todas sus partes.

44. Para la construccion de las *Lam.* 1. Plazas de Armas *cib* en los ángulos entrantes, se toma el lugar necesario sobre la esplanada; pero las que hay en los ángulos salientes se forman por la curvatura de la contraescarpa.

45. Los diferentes lados, ó partes del camino cubierto se llaman alas.

46. Los traveses, ó cortaduras son unos parapetos á prueba con su banqueta, y de la misma altura que la esplanada: se colocan de distancia en distancia sobre el camino cubierto, y ocupan su latitud, dexando

do solamente un paso estrecho para la tropa : su objeto es evitar la enfilada del cañon enemigo en la longitud del camino cubierto.

47. Al extremo de la esplanada suele hacerse un foso , y camino cubierto con su esplanada , llamados antefoso ó contrafoso , y antecamino cubierto.

48. Fuego rasante es el que tiene su direccion orizontal , ó por una linea elevada de 4 á 5 pies sobre el nivel de la campaña : tal es el fuego que se hace desde el parapeto del camino cubierto , y el del cuerpo de la Plaza para la defensa de las obras exteriores.

La explicacion de los demás términos necesarios para facilitar la inteligencia de las fortificaciones se dará segun vayan occurriendo.

NOTA.

Es muy esencial á los que quieran instruirse á fondo en el arte de

fortificar tener bien presentes aquellas reglas generales, cuya observancia han acreditado indispensable las reflexîones, y experiencia.

Para familiarizarse mejor en los preceptos, y términos de este arte, es menester saber delinear sobre el papel todas las obras de fortificacion; y á fin de poder sacar las mayores ventajas de este método, debe hacerse la delineacion reflexîonando sobre el objeto, posicion, y magnitud de las diferentes partes que concurren á la defensa, y observando en todas aquel orden, y correspondencia, que exîgen las máxîmas admitidas mas generalmente; pues de otra manera solo se aprende á delinear un plano segun el sistema de aquel Autor que se ha estudiado; pero este conocimiento no basta para entender los mas sólidos fundamentos en que estriba la ciencia de fortificaciones.

Los que leyeren este tratado, deben poner mucha atencion en las notas y observaciones que en él se hacen;

cen ; pues así se acostumbrarán insensiblemente á discurrir y reflexîonar sobre el arte de fortificar , y sabrán aplicar con discernimiento sus reglas ó máxîmas siempre que tuviesen necesidad.

IV.

Observaciones sobre la disposicion de las partes que componen el recinto de las fortalezas.

1.ª

49. Siempre que dos partes del recinto de una Plaza están dispuestas de suerte que los tiros de fusil, y cañon , que salen de la una para defender la otra , pueden herir de lado , ó por la espalda al enemigo , que se acercase á ella , se dirá que la segunda parte está *flanqueada* , ó *defendida* por la primera , pues el término *flanquear* es lo mismo que defender.

Así , si los soldados puestos en los flancos *GF* , *DE* pueden descu- *Lam. 1. Fig. 1.*

 brir

brir el flanco, ó lado de los que ataquen la cortina *EF*, y las caras *CD*, y *GH*, estas diferentes lineas están flanqueadas por los flancos *GF* y *DE*.

2.ª

50. La defensa de lado es la mas ventajosa en la fortificacion é infinitamente preferible á la directa, que es propia de cada obra; pues á mas de ser facil el cubrirse de los tiros de frente, puede demostrarse, que si una Plaza no tuviese otra defensa que la directa, es decir, que no hubiese en ella obras avanzadas para flanquearse recíprocamente, el extremo exterior del muro no sería defendido de parte alguna; pues suponiendo que *ADC* es el perfil de una porcion de esta especie de muro, el soldado puesto sobre la banqueta en *A* no descubrirá la campaña hasta el punto *B*, donde se termina la direccion del parapeto; de suerte, que ni el extremo *C* del revestimiento, ni la

Lam. 2. *Fig.* 4.

la distancia *CB* pueden ser defendidos desde *A*.

Si todos los lados del recinto formasen ángulos salientes, no podrian defenderse los lados recíprocamente; y siempre quedaría al rededor de la Plaza un espacio, cuya latitud sería igual á *CB*, en donde el enemigo estaria á cubierto del fuego de los defensores.

3.ª

51. Si se supone que los lados del recinto formen alternativamente ángulos salientes, y entrantes, no siendo estos ni muy agudos, ni muy obtusos, las partes salientes podrán ser defendidas por las entrantes; pero asimismo habrá delante de los ángulos entrantes un espacio, que por no ser visto de parte alguna del recinto quedará sin defensa. Este espacio será menor, si el ángulo fuere recto, y crecerá á proporcion que sea mas agudo el obtuso, y la mura-

ralla mas elevada (*a*). El ángulo entrante se llama ángulo *muerto* en términos de fortificacion, y solo se admite en obras de tierra de corta elevacion, en donde ciertas circunstancias pueden hacerlo menos defectuoso que en un recinto construido regularmente segun las mejores máxîmas.

De estas observaciones se infiere,

(*a*) Para poder formar idea de la magnitud del referido espacio es preciso concebir dos rectas respectivamente paralelas á los lados que forman el ángulo entrante, á la distancia del pie del revestimiento señalada por la prolongacion del declivio del parapeto.

Si el ángulo entrante es recto, alargando las referidas paralelas hasta sus lados, formarán un quadrado, cuyo lado será igual á la anchura del terreno, que no puede descubrirse desde el parapeto; pero quando el ángulo entrante es agudo ú obtuso, el espacio comprehendido por las paralelas tendrá la figura de un rombo, de la misma latitud, y mayor base que el quadrado; por consiguiente será mayor su superficie.

re, que una fortificacion, cuyos lados no formasen sino ángulos entrantes, y salientes, sería de poca resistencia; y por consiguiente, para hacer buena defensa se requieren obras mas avanzadas hácia la campaña que los lados del recinto. Ahora veremos de qué importancia fueron estos conocimientos en el método de fortificar antiguo.

V.

Compendio de la fortificacion antigua.

Habiendo conocido los antiguos el defecto de las Plazas fortificadas con un simple recinto compuesto de ángulos entrantes, y salientes, inventaron los torreones redondos y quadrados para mejorar así la defensa.

Estos torreones *P*, *B* estaban unidos al muro por la parte exterior, y la distancia de unos á otros se arreglaba segun el alcance de las armas de que entonces hacian uso esto es del arco y de la honda. *Lam. 2. Fig. 5.*

Por

Por la parte superior del muro hácia la Plaza corria una especie de camino ó terraplen sobre el qual se ponian los defensores, y dirigian sus tiros al enemigo por unas aberturas ó troneras hechas en la pared que les servia de parapeto.

Los torreones tenian tambien su terraplen y parapeto, y los lados *DF*, *AM* perpendiculares al recinto, servian para descubrir al enemigo quando intentaba atacar la cortina *AD*, ó la parte que mediaba entre los torreones. A estas perpendiculares se las dió el nombre de *flancos*, porque desde ellas se veían de costado los sitiadores; y las partes del recinto que defendian, se dixeron *flanqueadas*, de donde se ha tomado el nombre de *flanquear* por *defender*.

La inspeccion de la figura 5 manifiesta que los flancos de los torreones defendian todas las partes del recinto excepto la exterior *FG* de los que eran quadrados, en donde podia el enemigo ponerse á cubierto de los ti-

tiros de los flancos, como lo hacen patente las lineas *AE*, *EI* que son sus direcciones. Así, el lado exterior *FG* de las torres era la parte mas debil, y menos defendida de la Plaza; pero bien presto se encontró el medio de aumentar su defensa con la invencion de las ladroneras, ó matacanes, que consistian en unas troneras, por donde se descubria el pie de la muralla, formadas con canes de piedra, que sostenian un parapeto volado, como se vé en el coronamiento de algunos torreones, y castillos antiguos. El intervalo entre los canes servia para arrojar piedras, plomo derretido, aceyte hirbiendo, y otras muchas cosas sobre el enemigo quando se acercaba al pie de la torre. Por las mismas troneras dexaban caer tambien pesos enormes atados con cuerdas para repetir los golpes, y retardar de esta manera el progreso de los trabajos que hacian los sitiadores.

Algunas veces se construían ladro-

droneras por toda la extension del recinto ; pero el uso de ellas solo era indispensable para la defensa de la parte de los torreónes mas avanzada hácia la campaña.

Con esta disposicion que los antiguos daban á las fortificaciones de sus Plazas podian defenderlas ventajosamente contra los esfuerzos del enemigo mas obstinado , quien acercando sus ataques á la muralla quedaba expuesto de frente , de costado, y aun casi por la espalda á las baterías de los sitiados (*a*).

Los

(*a*) Estas baterías se componian de las máquinas de tiro, que usaban los antiguos, siendo las principales la ballesta , y la catapulta , á la qual llama Vegecio *Onuger* , Onagro.

La ballesta servia particularmente para arrojar dardos muy gruesos , contra los quales no habia resistencia. La catapulta arrojaba piedras de diferentes tamaños ; pero con tal violencia , que cada una parecia un rayo. Véanse las Instituciones de Vegecio : el tratado del ataque , y defensa de Plazas de los antiguos por el Caballe-

Los torreones dominaban al terraplen del recinto, y de esta forma, no solo descubrian á mayor distancia al enemigo, sino que tambien podian incomodarle despues de haber asaltado las cortinas: y á fin de que en este caso no se extendiese por todo el terraplen estaba cortada la parte que correspondia á los torreones de suerte que la comunicacion de una cortina á otra la mantenian los defensores por medio de un puente de madera, que podian poner y quitar, segun la necesidad.

Estas eran las obras con que ordinariamente fortificaban los antiguos el cuerpo de la Plaza, aunque algunas veces añadian segundo, y tercer recinto en la misma forma.

Por parte de la campaña circuía á la muralla un foso ancho y profundo, que retardaba los ataques de los sitiadores, hacía dificil la es-

ca-

llero *Folard*, y las Memorias Militares por el señor *Guischardt*.

calada, y multiplicaba embarazos al manejo y uso de las máquinas que servian para batir las Plazas (*a*).

Este método de fortificar practicado desde los tiempos mas remotos ha subsistido hasta el descubrimiento de la pólvora é invencion del cañon; á cuyos efectos no pudiendo resistir los parapetos antiguos fue menester reforzarlos, abandonar las ladroneras, y hacer mayor la extension de los torreones; pero creciendo con es-
Lam. 2. te aumento la linea *FG*, que era la
Fig. 5. parte indefensa en los quadrados, y quedando en el pie *L* de los redondos

(*a*) La principal máquina, que empleaban los antiguos en los ataques de Plazas, era el *ariete*, el qual consistia en una viga gruesa, cuyo extremo estaba revestido de hierro en forma de cabeza de carnero; y servia para arruinar las murallas golpeando contra ellas con violencia, á cuyo efecto se suspendia con cables ó cadenas, y se ponia en movimiento á fuerza de gente debaxo de una galería de tablazon, llamada *tortuga*, ó en una torre de madera construida para este fin.

dos un espacio suficiente para que el minador enemigo (*a*) pudiese trabajar á cubierto de los tiros de los sitiados ; fue necesario variar la figura de los torreones , y construirlos con un ángulo saliente *FEG* formado por las lineas *AF* , *IG* , que des-

(*a*) Por mina se entiende una excavacion subterranea , en cuyo extremo se hace la cámara ú hornillo competente para la pólvora , que atacada , é inflamada debe volar el terreno , ó sólido superior. El camino , que conduce desde la boca de la excavacion hasta la cámara , se llama galería , ó ramal. Para que la mina no haga su efecto por el lado de la galería , se rellena una parte de ésta desde la puerta del hornillo con gruesos tablones sostenidos por fuertes maderos atravesados , y los intermedios se macizan con piedras, faginas , y tierra bien apretada. Para pegar fuego á la mina sirve la *salchicha*, que es un tubo de cuero , ó tela encerada, lleno de pólvora , el qual tiene uno de sus extremos dentro del hornillo , y el otro fuera de la galería , atravesándola metido en un canal de madera para que la pólvora se conserve sin humedecerse.

de los puntos *A*, *I* (ó de qualesquiera otro tomados en las cortinas *AD*, *IH*) se tiran á los ángulos de la espalda prolongándolas hasta que se encuentren en *E*.

Los torreones dispuestos en esta forma se llamaron baluartes, cuyo uso no parece empezó hasta mediados del siglo 16 (*a*). Los primeros que

(*a*) Es bien dificil poder fixar con precision la época de la invencion de los baluartes. Algunos Autores dicen que Zisca, cabeza de los Hussitas de Bohemia, hizo uso de ellos en la fortificacion de Tabord. El Caballero Folard cree que Achmet Bassa fue el primero que los mandó construir en la Plaza de Otranto, despues de haberla conquistado el año de 1480, y que son los mismos que se conservan todavía.

Passino Ferrares, que fortificó á Sedan la primera vez, en una obra impresa año de 1570, atribuye la introduccion de la fortificacion moderna, y abolicion de la antigua al uso de la artillería en los sitios, cuya causa parece efectivamente la mas cierta; y así su libro sirve para probar, que esta variacion no era muy anterior

que se construyeron eran demasiado pequeños, como lo manifiestan los que permanecen todavía en algunas Plazas; pero los Ingenieros fueron haciéndolos mayores insensiblemente para que pudiesen contener mas Tropas, y ser capaces de mejor defensa.

Esta breve noticia de la fortificacion antigua, é invencion de los baluartes, hace vér quan esencial es la máxîma de que todas las partes del

rior al año en que se imprimió. Muchos Autores Italianos afirman lo mismo, y entre otros Tartaglia en su obra impresa en Venecia año 1546.

El Marques de Maffei pretende con bastante probabilidad que los Italianos son los que inventaron los baluartes, dando este honor á un Ingeniero de Verona llamado San-Micheli que los puso en práctica en las fortificaciones de esta Plaza, y cree sirvieron de modelo á todos los que despues se han construido en las demás fortalezas. Pero sea lo que fuere, no tiene duda, que por las inscripciones, que hay en aquellos baluartes, de los años 1523, 1529, &c. se reconoce que fue-

recinto se flanqueen recíprocamente; y tambien prueba, que no es arbitraria la figura de los baluartes, pues su parte exterior no debe terminarse por lineas curvas.

Ahora se conocerá mas facilmente la importancia de las máxîmas ó principios en que estriba el arte de fortificar, supuesto que en parte son el resultado de las observaciones precedentes. Estos principios pueden reducirse á quatro generales.

ron de los primeros, y mas antiguos que se han hecho. La construccion de los muros es muy sólida, y se conservan aún en buen estado despues de tantos años.

El primer Escritor de fortificacion moderna que ha tenido la Francia es Errard de Bar-le-duc, Ingeniero del Rey Henrique IV. Daniel Speckle, Aleman, é Ingeniero de la Ciudad de Strasbourg, que murió en 1589, habia dado tambien á luz sobre la misma materia otra obra, anterior á la de Errard, pero posterior á las de muchos Autores Italianos.

VI.

Máxîmas, ó principios de la fortificacion.

1.ª

53. En el recinto de una Plaza no debe haber parte alguna que no sea vista y defendida de otra con defensa lateral ó de reves; de suerte que así las partes que flanquean, como los flancos se han de aumentar quanto se pueda sin causar perjuicio á las demás. Es claro el fundamento de la primera parte de esta máxîma segun lo que se ha explicado anteriormente: para la inteligencia de la segunda se harán algunas observaciones quando se hable de la magnitud de las lineas, que componen el baluarte.

2.ª

54. La distancia entre las partes

flanqueantes, y flanqueadas debe proporcionarse al alcance de aquellas armas de que se hace uso para la defensa; esto es que el ángulo flan-
Lam. 1. queado *C*, y la cara *CD* han de poderse defender con los tiros del fusil ó cañon que salgan del flanco *GF*; porque es evidente, que si la linea de la defensa *CF* fuese mayor que el alcance del cañon, ni con esta arma ni con el fusil se defendería el punto *C*, aunque se descubriese desde el flanco *GF*.

Han sido diversas las opiniones de los Autores sobre la longitud de la linea de defensa. Unos querian se arreglase al alcance del cañon, pues de esta suerte se necesitan menos baluartes para fortificar un recinto, y es mucho menor el gasto. Otros juzgaban debia proporcionarse al alcance del mosquete (*a*), porque á mas de

(*a*) El mosquete es una arma de fuego, semejante al fusil, de la qual han usado las Tropas hasta el año de 1704, ó 1705. En lugar de la piedra con que se dispara el

de ser muy inciertos los tiros de cañon, si llega á desmontarse es menester mucho tiempo para ponerlo otra vez de servicio, y durante esta operacion queda inutil el flanco. Esta es la opinion que se ha adoptado generalmente con tanto mas fundamento que determinada la linea de la defensa por el alcance del fusil puede tambien hacerse uso del cañon; pero no al contrario; y que quando se fortifica una Plaza, es menester, como dice el Caballero de

el fusil, tenia el mosquete una mecha fixada por medio de una pequeña rosca al *serpentin*, el qual estaba unido á la plantilla como el gatillo, terminándose su extremo en figura de cabeza de serpiente, que formaba dos especies de hojas, entre las quales se ponia la mecha. El motivo de haber preferido el fusil al mosquete es porque con aquel pueden dispararse quatro tiros en el mismo tiempo que se disparaban dos con el mosquete; y como en el alcance de una y otra arma hay poca diferencia, nos serviremos aquí del que tiene el fusil.

Ville, cerrar los ojos, y abrir la bolsa.

Debiendo, pues, proporcionarse la linea de la defensa al alcance del fusil, y manifestando la experiencia, que los tiros de punta en blanco alcanzan desde 120 hasta 150 toesas, podrá fixarse entre estos dos términos la longitud de aquella linea.

3.ª

55. Las obras que se construyen para la defensa han de ser á prueba de cañon, porque esta es el arma principal con que se atacan las Plazas. De aquí se infiere, que si los parapetos son de tierra de buena calidad, podrá dárseles 18 pies de grueso, y 22 si es arenisca; pero si se construyen de mampostería, será suficiente grueso de 8 á 9 pies.

4.ª

Las fortificaciones de una Plaza de-

deben descubrir y dominar toda la campaña vecina hasta el alcance del cañon.

Dominacion es la elevacion de un terreno respecto á otro mas baxo. Se dice simple quando la altura que domina tiene 9 pies mas de elevacion que el parage dominado : doble quando tiene 18 : triple si tiene 27 ; y así de las demás siguiendo el mismo orden.

La dominacion es de tres maneras , de revés , de frente , y de enfilada. La primera es quando desde una eminencia que domina una obra, se puede ofender por la espalda á los que la defienden : esta dominacion es la mas peligrosa. La segunda quando solo pueden batirse de frente los defensores. Y la tercera quando se les puede incomodar por el costado.

Es evidente la ventaja de que la Plaza domine á toda la campaña vecina hasta la distancia de 1000 á 1200 toesas , que puede considerarse como

el

el alcance medio del cañon (*a*) ; por cuyo motivo se ha de procurar , que en todo este espacio no haya altura ni profundidad alguna de que pueda aprovecharse el enemigo para colocar baterías y adelantar sus trabajos á cubierto del fuego de la Plaza. Quando se ofrecen inconvenientes en disponer el terreno del modo mas favorable á la defensa , suelen ocuparse los puestos ventajosos con algunos reductos ú otras obras , que mas se adapten á su situacion , y objeto: tambien se construyen dentro de la Plaza espaldones , ó *traveses* para evi-

(*a*) El señor de Metz Teniente General de Artillería y de los Exércitos del Rey , mandó hacer experiencias para averiguar el alcance de los cañones de diferentes calibres , apuntados por la elevacion de 45 grados. El resultado de estas observaciones fue que el cañon de 24 arrojó su bala á distancia de 2250.
El de 16 á . . . . 2020.
El de 12 á . . . . 1870.
El de 8 á . . . . 1660.
El de 4 á . . . . 1520.
} toesas.

evitar la enfilada de las alturas que la dominan.

A las quatro máxîmas generales explicadas se añaden las siguientes, que son como accesorias, y deben observarse cuidadosamente siempre que lo permitan las circunstancias.

57. Primera: la defensa debe ser tan directa como se pueda; esto es que los flancos han de disponerse de suerte que el fuego que sale de ellos para defender las caras de los bolantes opuestos, tenga la menor obliqüidad posible; pues la experiencia ha hecho conocer, que los Soldados tiran maquinalmente contra los objetos que se les presentan de frente, sin variar la direccion, quando es necesario para el mejor acierto. Así, segun esta máxîma será conveniente que el flanco forme un ángulo algo obtuso con la cortina, y podrá determinarse de 100 grados.

58. Segunda: Las partes destinadas principalmente á la defensa, v. gr. los flancos, no deben quedar de-

demasiado expuestas á los tiros del enemigo.

59. Tercera: La Plaza ha de estár igualmente fortificada por todas partes, pues si hubiese alguna sin la defensa correspondiente, se aprovecharía de ella el enemigo para facilitar la rendicion sin que le estorvase la ventajosa construccion de los demás frentes.

60. Quarta: Los baluartes deben ser capaces de contener suficiente número de defensores.

Errard los consideraba de bastante extension pudiendo alojarse en ellos 200 hombres; pero este número se reputa hoy demasiado reducido para sostener un asalto; y así es necesario se proporcione su magnitud al de 500, ó 600, que es el que determína el Mariscal de Vauban para cada baluarte de una Plaza fortificada.

Aunque no es facil, ni de mucha importancia poder dar reglas ciertas para fixar la proporcion exâcta, que deben tener entre sí las diferentes

tes lineas de una fortificacion , pues algunas toesas mas , ó menos no producirán efecto sensible en orden á sus ventajas ; sin embargo como este tratado es elemental , se establecerán aquellos principios generales á que ha de arreglarse la magnitud y posicion de todas las partes siguiendo la práctica comunmente recibida por los mas célebres Ingenieros.

VII.

De la magnitud de las lineas del baluarte.

Del flanco.

61. La menor longitud del flanco debe ser de 20 toesas , y puede aumentarse hasta 30.

La magnitud del flanco se determina por la extension de las partes que ha de defender , ó por la capacidad del terreno en que puede colocarse el enemigo para arruinarlo; así descubriéndose el flanco *FG* des- *Fig.* 1.

de

de la parte superior de la esplanada *mn* comprehendida entre la prolongacion de la cara *CD* del baluarte *T*, y el ala opuesta del camino cubierto; es necesario que el flanco sea igual con poca diferencia á este espacio, que regularmente nunca tiene menos de 19 á 20 toesas, pues la mas pequeña anchura del foso de una Plaza delante del ángulo flanqueado del baluarte es de 14 á 15, y la del camino cubierto de 5 (*a*). Siendo mayor la latitud del foso, tambien lo será el flanco; pero no debe crecer tanto que resulte algun inconveniente á las demás partes, como se ha prevenido en la primera máxîma; pues la cara del baluarte, que es la mas débil, y la linea de la defensa podrian llegar á ser demasiado grandes;

y

(*a*) Para tener la verdadera longitud del flanco se deben restar tres toesas de la que hay desde el ángulo del flanco con la cortina hasta el ángulo de la espalda, pues el parapeto de la cara ocupa una parte de aquella extension en el flanco.

y al contrario, las *semigolas*, y ángulo flanqueado disminuirse mucho, si fuese excesiva la longitud del flanco. A estas consideraciones puede añadirse, que los flancos muy grandes son mas costosos, estrechan lo interior de la Plaza, aumentan la anchura del foso delante de la cortina, y quedan mas expuestos á las baterias enemigas; por cuyas razones deben preferirse los que tienen desde 25 á 30 toesas. Mas adelante veremos, que la magnitud del flanco depende generalmente del ángulo que forman los dos lados del polígono, sobre los quales está construido el baluarte.

De la semigola.

62. Para que el baluarte sea bien proporcionado debe tener su semigola á lo menos la misma longitud que el flanco, y puede hacerse mayor si el ángulo del polígono fuere obtuso: de esta suerte quedará mas espacioso el baluarte, se podrán cons-

truir

truir en él mejores retrincheramientos, y será menos peligroso el efecto de las bombas, y minas.

De las caras.

63. Las caras deben tener á lo menos de 35 á 40 toesas de largo, y pueden estenderse hasta 60: las mas proporcionadas serán de 50. No hay en el baluarte parte mas debil y expuesta que las caras, y así su magnitud es la menos importante, especialmente quando no tiene por objeto la defensa de algunas obras situadas mas allá del foso: su posicion se determina por los ángulos diminuto, y flanqueado del baluarte; pero no deben inclinarse demasiado hácia la cortina, para que defiendan mejor la campaña, y hagan mas dificiles los ataques del enemigo.

De los ángulos del baluarte.

64. En orden á la magnitud de los

los ángulos del baluarte, yá se ha dicho que el del flanco debe tener 100 grados: el flanqueado puede ser agudo, recto, ú obtuso: quando es agudo nunca se hará menor de 60 grados, pues de otra suerte no tendría bastante robustéz para resistir al cañon enemigo.

Errard, el Caballero de Ville, y otros Ingenieros, quieren el ángulo flanqueado recto, porque así es de mayor resistencia; pero son igualmente ventajosos los que no difieren mucho del recto, como de 75, 80, 100, ó de 110 grados; observando solamente, que los ángulos muy obtusos, aunque defienden mejor que los agudos la campaña, exponen demasiado las caras á las baterías del enemigo, por cuya razon no deben hacerse muy abiertos, sino quando lo pidiese la necesidad.

El ángulo de la espalda se determina por el flanqueado, y el del flanco: siendo este obtuso, tambien

lo será el de la espalda, como se manifiesta en la *Fig.* 1.

De la distancia entre los baluartes.

65. Los baluartes deben distar entre sí quanto sea posible, pues así es menor el número de ellos, y con menos gasto se fortifica una plaza: esta distancia se determina por la magnitud del lado interior, y la de la linea de defensa, ó lado exterior.

Del lado interior.

66. El Caballero de Ville en su tratado de las obligaciones de los Gobernadores no se conforma con el método de los Ingenieros, que se sirven de lineas imaginarias, como v. g. del lado exterior, para determinar las lineas verdaderas de la fortificacion, exceptuando la de la defensa, por ser la principal, y aun la única que debe servir para arreglar las otras; y como supone que esta linea es

es igual con poca diferencia al lado interior (*a*) (lo que se verifica con los polígonos desde el quadrado hasta el exâgono); se sigue que la longitud de este lado puede ser de 120 á 150 toesas, especialmente en los polígonos, que no pasan de 8 lados, pues en los mayores podrá tener 12 ó 15 toesas mas que la linea de defensa.

Estando determinados los lados interiores, no es menester sino señalar las semigolas para tener la cortina. Aunque se ha dicho, que la menor semigola debe ser de 20 toesas, sin embargo en las obras construidas por los mas famosos Ingenieros, se encuentra igual á la quinta parte del lado interior, excepto en el quadra-

(*a*) La linea de defensa es algo mayor que el lado interior del quadrado, y pentágono; igual próxîmamente al del exâgono, y menor que el lado interior de los polígonos de mas lados; pero la diferencia no es grande hasta el octágono, ó nonágono.

do, que se forma de la sexta parte del mismo lado. Así si el lado interior del pentágono se supone de 130 toesas, tendrá 26 cada semigola, y 78 la cortina. Tambien si el lado interior del quadrado es de 120 toesas, su sexta parte 20 será el valor de la semigola, y quedarán 80 para la cortina.

De aquí se infiere, que conocido el lado interior, y las semigolas, queda determinada la cortina; la qual debe ser bastante grande, para que desde los flancos colaterales se pueda descubrir todo el pie de su revestimiento, esto es que cada flanco defienda la mitad de la cortina; por cuya razon, y no solamente por la consideracion del gasto, se colocan los baluartes en cierta distancia unos de otros.

Suponiendo que el parapeto esté elevado 24 pies sobre el nivel de la campaña, como sucede ordinariamente, que el foso sea seco, y tenga 18 pies de profundidad; y finalmente

te que segun la práctica comun el declivio superior del parapeto sea de un pie por cada toesa, ó de 3 pies en todo su grueso; se observará que teniendo el parapeto 42 pies de elevacion sobre el fondo del foso, la linea de su declivio prolongada se terminará en él á la distancia de igual número de toesas; y por consiguiente la longitud de la cortina deberá ser de 84; pero puede disminuirse, si los flancos están menos elevados, y el foso no tiene tanta profundidad, ó es de agua; como tambien levantándolo un poco hácia la mitad de la cortina, lo que no puede causar inconveniente.

En estos Elementos, se determina la longitud de la cortina de 70 á 80 toesas, suponiendo que esté en linea recta sin ángulos entrantes ni salientes, pues los primeros disminuyen la capacidad de la Plaza, y los segundos son perjudiciales á la buena defensa del flanco.

Del lado exterior.

67. El Mariscal de Vauban, y otros muchos Ingenieros se sirven del lado exterior para dar valor á todas las demás lineas de la fortificacion; y aunque determinando primero estas lineas se infiera la magnitud de aquel lado, pero como por medio de él se arregla facilmente la disposicion de todas las partes del recinto, como veremos luego, se exâminará en pocas palabras quál debe ser su regular longitud para que las otras lineas resulten de medida proporcionada.

Lam. 1. Consideremos primeramente, que si los ángulos diminutos *HCF*, *CHE* son de 18 á 20 grados, como sucede ordinariamente, y los ángulos flanqueados de 100, resultará el lado exterior próxîmamente igual á la cortina *EF*, y á las dos caras *CD*, *GH*; y suponiendo que cada una de estas tenga 50 toesas, y la cortina 80, será el lado exterior de 180. Si las

las caras fuesen de 60, esto es, de la mayor longitud que pueden admitirse, el lado exterior tendrá 200 toesas; y dando á cada una de las caras 40 toesas, y á la cortina 75, constará aquel lado de 155, que es la menor longitud que puede dársele.

De aquí se sigue, que la magnitud del lado exterior podrá ser de 155 hasta 200 toesas, y así quedará de medida proporcionada la linea de defensa *CF*, pues aunque resulte algo mayor que el alcance del fusil, quando aquel lado constase de 200 toesas; pero este defecto no es de conseqüencia, si el frente mira á parage de dificil acceso, como rio, laguna, precipicio, &c; y tambien puede corregirse construyendo alguna obra en el foso.

NOTAS

Sobre las máxîmas de fortificacion.

68. Estos principios, que se han explicado, deben mirarse como las re-

reglas mas esenciales é importantes del arte de fortificar, cuya observancia es indispensable para la perfeccion, y ventajas de la defensa.

Los Ingenieros han imaginado diversos modos de disponer las partes del recinto de una Plaza conforme á las máxîmas establecidas, al uso de las armas de su tiempo, y al método y direccion de los ataques. Las diferentes ideas, ó construcciones que se han puesto en práctica, se llaman sistemas de fortificacion, que ordinariamente llevan el nombre de su autor.

Con sola la aplicacion de los principios referidos, y sin necesidad de seguir ningun sistema particular, se podria delinear el recinto de una Plaza, cuyos lados tuviesen las longitudes señaladas, y formasen ángulos aptos para fortificarse, ó de 90 grados; pero como esta operacion sería algo complicada para los principiantes, se enseñará á executarla segun el método del Mariscal

de

Vauban, prefiriendo á los demás el sistema de este ilustre Ingeniero, porque es de construccion simple y facil, se ajusta con bastante exâctitud á las mejores máxîmas, y porque despues de él no ha salido á luz otro alguno que haya merecido tan general aprobacion.

VIII.

Problemas de fortificacion.

69. La figura de la Plaza que ha de fortificarse, puede ser regular ó irregular. Si es regular, tambien lo será su fortificacion, esto es todos los lados tendrán una misma defensa; y por consiguiente las caras, flancos, cortinas, ángulos flanqueados &c. serán iguales. Pero si la figura fuere irregular, las partes semejantes de cada uno de los lados no tendrán la misma magnitud, y así estas partes, como los ángulos correspondientes serán desiguales.

Se tratará primeramente de la for-

fortificacion regular, y despues se establecerán las reglas y máxîmas generales á que debe ajustarse la irregular.

PROBLEMA 1.º

Delinear la linea Magistral del recinto de una Plaza.

Lam. 3. 70. Con qualquier radio *AB* descríbase un círculo, en el qual se inscribirá el polígono que se quisiere, v. gr. el exâgono *BCR* &c. Sobre la mitad de la recta *BC* levántese la perpendicular *ID* haciéndola igual á la octava parte del lado *BC*, si el polígono es un quadrado; á la séptima, si es pentágono; y á la sexta, si es exâgono, ó de mayor número de lados: por los extremos *B*, *C* del lado *BC*, y por el punto *D* se tirarán las lineas de defensa *BD*, *CD* prolongándolas indeterminadamente: tómense las dos séptimas partes del lado *BC*, y con esta distancia se determinarán desde *B*, y *C* los puntos *H*,

H, y *G* sobre las lineas de defensa, y se tendrán las caras *BH*, *CG*: con el intérvalo *GH*, haciendo centro en *G*, descríbase el arco *HE*, que cortará á la linea de defensa en el punto *E*: con el mismo intervalo, y el centro *H* se formará el arco *GF* para tener el punto *F* sobre la otra linea de defensa: tírense las rectas *HE*, *GF*, *EF*, que serán los dos flancos, y la cortina: de esta suerte quedará delineada la magistral que corresponde á un frente; y haciendo la misma operacion en los demás, se tendrá la de todo el exâgono.

El Mariscal de Vauban, á cuyo sistema es conforme esta construccion, se sirve del lado *BC* para escala del plano, y le supone siempre de 180 toesas.

Para formar esta escala, y dividirla en partes proporcionadas al uso que puede hacerse de ella en la delineacion del plano, se tira una linea indefinida, sobre la qual se tomará *ab* igual á *BC*, y se dividirá por medio

dio en *C*, baxo cuyo punto se escribirá 90, y 180 debaxo de *b*: divídase la mitad *ac* en tres partes iguales *ad*, *de*, *ec*, cada una de las quales valdrá 30 toesas, y así se escribirá 30 en *d*, y 60 en *e*: dividiendo tambien *ad* en otras tres iguales, valdrá 10 toesas cada parte *af*; la qual dividida por medio, será *as* de 5 toesas; y últimamente si *as* se divide en 5 partes iguales, cada una valdrá una toesa, y de esta suerte quedarán en la escala *ab* señaladas las divisiones necesarias para la fortificacion del plano.

Lam. 3. Habiendo de hacer uso de esta escala en la delineacion de la figura sexta, se tomarán $22\frac{1}{2}$ toesas (octava parte de *BC*) para determinar la perpendicular *ID* en el quadrado; $25\frac{5}{7}$ (séptima parte de *BC*) en el pentágono, y 30 (sexta parte de *BC*) en el exâgono, ó en qualquier otro polígono de mayor número de lados. Las caras *BH*, y *CG* se harán en todos los polígonos de 50 toesas,

sas, que son próxîmamente los $\frac{2}{7}$ de 180, ó del lado *BC*.

El valor de todas estas lineas, y de las demás que son necesarias para delinear la magistral del recinto de una Plaza regular, segun el sistema del Mariscal de Vauban, desde el quadrado hasta el dodecágono, se expresa en la tabla siguiente.

	Del quad.	Del pent.	Del exâgono.
Lado exterior.	180. toes.	180. T.	180. T.
Perpendicular.	$22\frac{1}{2}$. T.	$25\frac{5}{7}$. T.	30. T.
Cara.	50. T.	50. T.	50. T.
Radio.	127. T.	153. T.	180. T.
Radios..	Del Eptágono.		206. T. 3. ps.
	Del Optágono.		234. T. 3. p.
	Del Nonágono.		262. T. 2. p.
	Del Decágono.		291. T.
	Del Undecágono.		314. T.
	Del Dodecágono.		346. T. 4. p.

PRO-

PROBLEMA 2.º

Delinear el terraplen, y parapeto.

71. Formada la escala, como se ha enseñado, y delineada la magistral, se le tirará una paralela á tres toesas de distancia por la parte interior de la Plaza, y quedará señalado el grueso del parapeto: á seis toesas de esta linea tírese otra paralela, la qual terminará la anchura superior del terraplen: asimismo á 4 toesas 3 pies de esta última se tirará otra paralela, que terminará la base del declivio interior del terraplen. Para representar la base de la escarpa se tira una paralela á la magistral por la parte exterior á 5, ó 6 pies de distancia; y para expresar la banqueta se tirará otra paralela á la linea interior del parapeto 3 pies distante hácia la Plaza.

Debe observarse que la base del declivio de la escarpa, y la banqueta no pueden señalarse con exâctitud si-

sino en los planos que se construyen con escala grande : en los que son reducidos , ordinariamente se expresan con dos lineas respectivamente paralelas á la magistral , y al lado interior del parapeto ; y quando estas lineas no se manifiestan , se deben suponer.

72. Quando la linea que termina la latitud del terraplen , se hace correr paralela á los flancos , y caras del baluarte , dexa en medio de este un espacio vacío , en cuyo caso se llama baluarte vacío ; y el espacio que queda suele ocuparse con algun almacen de pólvora como *I* , ú otros edificios para municiones de guerra y boca.

El Mariscal de Vauban ha sido el primero que ha dado á los almacenes de pólvora la figura , y proporciones con que ahora se construyen : su planta es un rectángulo , ó quadrilongo de 10 toesas de largo, y 6 de ancho : el grueso de los muros laterales es de 9 á 10 pies en el

el fundamento , y cerca de 8 sobre él : los testeros tienen 5 pies de espesor en sus cimientos , y 4 en lo restante : la altura comun es de 8 pies (*a*) : el almacen se cubre con una bóveda cilíndrica á prueba de bomba , cuyo diámetro es igual á su latitud : tiene 3 pies de grueso en los riñones , y 8 , ó 9 en la parte superior.

El centro de los baluartes vacíos pareció siempre al Mariscal de Vauban el lugar mas conveniente para es-

(*a*) Los muros laterales del almacen están sostenidos por cinco estrivos en cada lado, de 5 pies de grueso , y 4 de largo ; y entre ellos se dexan pequeñas aberturas de 3 pulgadas de ancho , llamadas respiraderos, para que el almacen se ventile , y se conserve enxuta la pólvora : en medio de estas aberturas se pone una especie de dado , cuya base es de un pie quadrado , y al rededor de él sigue la comunicacion; la qual no siendo directa , dificulta mas la introduccion del fuego en el almacen. En cada testero se hace una ventana para dar luz , &c.

establecer los almacenes de pólvora, pues así no pueden ser vistos de la campaña, y quedan menos expuestos á volarse por algun accidente; pero otros Ingenieros son de sentir, que se coloquen delante del terraplen de las cortinas, á fin de conservar el vacío de los baluartes para algunas obras necesarias á la mejor defensa.

Si el terraplen de las cortinas se prolonga hasta encontrarse delante de la gola, sin que se haga seguir paralelo á los flancos y caras, el baluarte será lleno.

73. Sobre los baluartes llenos suelen construirse otras obras como L *Lam.* 3. de su misma figura, y se llaman *caballeros*: tienen parapeto, y algunas veces revestimiento de la misma suerte que las demás obras: su altura sobre el baluarte se determina con relacion al fin para que se establecen: el parapeto de sus flancos se hace paralelo á los del baluarte, y á 4 toesas de distancia: tambien son paralelas las caras respectivas del caballero, y

baluarte distando entre sí tres toesas.

El objeto ordinario de los caballeros es cubrir la Plaza de alguna altura que la domina, y aumentar el fuego del baluarte, á cuyo fin se hacen cañoneras en sus caras, y flancos; pero estas ventajas no están sin el inconveniente de quedar ocupado enteramente el baluarte, y no poderse hacer en él otras obras que conducen á su mejor defensa. Por esta razon en algunas Plazas se construyen los *Lam.* 4. caballeros en figura circular como *L* dirigiendo hácia la campaña su parte convexa, y así queda el baluarte desembarazado; pero entonces no puede servir el caballero con la misma ventaja para la defensa del foso, porque no le descubre tan bien como el antecedente.

Debaxo de los caballeros suelen construirse algunas obras subterraneas, que pueden servir para panadería, y tambien para que la guarnicion se ponga á cubierto de las bombas en tiempo de sitio.

Ob-

Observaciones sobre los baluartes llenos, y vacíos.

74. Son varios los pareceres de los Ingenieros en orden á las ventajas de una y otra especie de baluartes, Errard, el Conde de Pagan, y otros muchos dán la preferencia á los vacíos: 1.º porque son mas propios para almacenes de pólvora: 2.º porque ofrecen mayor facilidad para buscar al minador enemigo, y embarazar el efecto de sus operaciones: 3.º porque pueden hacerse mejores atrincheramientos, ó cortaduras, y trabajarlas á cubierto; lo que no sucede en los baluartes llenos, en donde ordinariamente solo hay proporcion para formar un parapeto simple en ángulo entrante, que no puede servir sino para capitular.

El Caballero de Ville, el célebre Coehorn, el Caballero de S. Julian, &c. tienen por mas ventajosos los baluartes llenos, pues en estos pueden construirse caballeros, excelentes sub-

terraneos á prueba, y resisten mejor á las baterías del enemigo.

En medio de estas opiniones, la cantidad de las tierras que se tiene á mano es la que parece debe determinar si los baluartes han de hacerse llenos, ó vacíos; pues quando la que se saca de los fosos no es suficiente para llenarlos, el demasiado costo que tendria traherla desde lexos, puede ser razon para que queden vacíos. Si la gola es pequeña, y hay bastante tierra, ó es necesario aumentar la resistencia del baluarte contra alguna dominacion, como en Maubenge, se hará el baluarte lleno.

75. En los ángulos flanqueados de los baluartes suelen formarse pequeñas elevaciones de tierra para colocar sobre ellas algunos cañones, y se llaman baterias *á barbeta*, cuyo nombre puede haberse originado del efecto que hace la pólvora inflamada al disparar el cañon, quemando las hierbas que estuvieren sobre el declivio del parapeto, pues en este caso

se

se tira por encima de él; á cuyo fin el plano de la batería á barbeta se eleva hasta dexar al parapeto con $2\frac{1}{2}$ pies de altura para que el cañon no lo maltrate: las caras de estas baterias tienen 6 toesas de longitud desde el ángulo flanqueado hácia cada uno de sus lados.

76. Las garitas son unas pequeñas torrecillas de madera, ó de mampostería de figura circular, pentagonal, ó exâgonal con aspilleras ó ventanillas en todos sus frentes, las quales se colocan en los ángulos flanqueados, y de la espalda del baluarte para que las centinelas decubran el foso, é inmediaciones de la Plaza: su regular latitud es de $4\frac{1}{2}$ pies. Para la comunicacion del terraplen con las garitas se abre en el parapeto un pasadizo de 3 pies de ancho.

Desde la Plaza se sube al terraplen por rampas construidas obliqüamente en el declivio interior.

77. Quando el baluarte es lleno se hacen dos rampas *M*, *N*, delante *Lam. 3.*

de su gola, y quando es vacío se forman en el declivio del terraplen de los flancos.

Para construir las rampas en las golas de los baluartes llenos se tirará á distancia de 10 á 12 pies una paralela indefinida *ob* á la linea *ai*, que termina el declivio del terraplen: tómense desde *o* hasta *b* 18, ó 20 toesas, y desde el punto *b* tírese la linea *bc* al vértice del ángulo que forma el terraplen en la gola: á distancia de 10 á 12 pies de esta linea, se le tirará la paralela *ed*, que se terminará en las lineas superior, é inferior del declivio, con cuya operacion quedará delineada la rampa *bedc*. Lo mismo se practicará en la otra parte.

Lam. 4.

Para hacer las rampas en los baluartes vacíos se tomará *ig* de 10 á 12 pies sobre la prolongacion de la linea *ai*: desde el punto *g* tírese la *gf* al vértice *f* del ángulo que forma el terraplen en la espalda; y desde *i* la *ib* paralela á *gf* tírese despues la

gh,

gh, y se tendrá la rampa *igfh*. La misma operacion se practica en el declivio del terraplen del otro flanco.

NOTA.

78. Para manifestar las comunes secciones de los diferentes planos que forman el declivio del terraplen, se tiran en todos sus ángulos lineas delgadas, que unen las que terminan su latitud superior, y declivio.

PROBLEMA 3.º

Delinear el foso, y camino cubierto.

79. Para delinear el foso, se toman de la escala 18, ó 20 toesas, y haciendo centro en el ángulo flanqueado *A*, se describe con este intervalo el arco *EF*, y con el mismo desde el ángulo flanqueado *D* el arco *CD*: poniendo despues la regla en el ángulo de la espalda *L* se tira una tangente al arco *EF*: lo mismo se practica desde el ángulo *G* con el arco *CD*: estas dos lineas se cortarán en un pun- *Lam. 5. Fig. 1.*

to *M*, que será el vértice del ángulo entrante *EMC* de la contra escarpa: haciendo igual operacion por todos los frentes del recinto, se tendrá delineado el foso. Las lineas *EL*, *CG* no deben pasar desde el punto *M* en que se cortan: este punto se halla en la perpendicular levantada sobre la mitad del lado *AB*.

NOTAS.

80. 1.ª Debe observarse, que segun esta construccion queda el foso defendido en toda su extension por los flancos de los baluartes; pues alineando la contra escarpa con los ángulos de la espalda, no hay parte alguna en él que dexe de descubrirse de uno, ó dos flancos, como puede comprehenderse facilmente.

Si la contra escarpa se dirigiese á un punto del flanco 7 ú 8 toesas distante del ángulo de la espalda, es claro que esta porcion de flanco sería inutil para la defensa del foso, y ca-

cara del baluarte (*a*). Los Ingenieros antiguos, que tiraban la linea de la contra escarpa paralela á las caras de los baluartes, no repararon en este inconveniente, el qual se ha corregido por los modernos.

Si la contraescarpa fuese paralela á la magistral, como se vé en la figura 2.ª es evidente, que los flancos *AB*, *CD* no podrian defender de ningun modo el foso de las caras *DE*, *Lam.* 5.

(*a*) Como el parapeto de la cara del baluarte ocupa 3 ó 4 toesas en el flanco, se podrá tambien alinear la contraescarpa con un punto de este, que diste lo mismo del ángulo de la espalda; y así resultará la ventaja de que la batería que se pone para arruinar el flanco, no podrá hacer daño en la espalda. Es facil comprehender la razon por la qual nunca debe dirigirse la contraescarpa sobre un punto de la cara del baluarte con *K*; pues en este caso la parte *KG* podria ser batida de dos parages diferentes, esto es desde el parapeto del camino cubierto opuesto al flanco *GH*, y desde el que está enfrente de la cara *AG*.

DE , *AF* , porque lo impediria la parte *GHIK* ; y así debe quitarse esta parte ensanchando mas el foso delante de las cortinas , para que pueda defenderse bien por todo el flanco.

2.ª Aunque parece sería ventajoso á la defensa el foso muy ancho , y profundo por las dificultades que tendria en pasarle el enemigo ; sin embargo fuera del excesivo costo de la excavacion , y transporte de tierras , ofrecería otros graves inconvenientes semejante construccion ; pues siendo el foso muy ancho , quedaria demasiado descubierta la muralla desde la campaña; y siendo muy profundo no lo defenderian bien los flancos , particularmente si estuviese seco. La anchura, y profundidad del foso se arreglan por la cantidad de tierras necesaria para los terraplenes y demás obras; observando sin embargo , en orden á su latitud , que el Soldado puesto sobre la banqueta descubra la parte superior de la contraescarpa opuesta ; y por

por lo que toca á la profundidad; deberá ser de 15, 16, ó 18 pies: de esta última medida, que es la de la altura del terraplen, la supondremos en el presente tratado, siendo el foso seco; y si fuese de agua, siempre tendrá á lo menos la contraescarpa 6 pies de elevacion sobre ella.

Se ha notado yá, que el foso puede ser menos profundo delante de la cortina, que en las demas partes, para que se descubra mejor de los flancos.

81. Para delinear el camino cubierto se tirarán paralelas á la contraescarpa á 6 toesas de distancia hácia la campaña, las quales determinarán la latitud, expresando el lado interior de su para parapeto. *Lam. 5. Fig. 1.*

En todos los ángulos entrantes *P* se construyen Plazas de armas; para lo qual con el intervalo de 15 toesas haciendo centro en *P*, se señalan los puntos *ST*, y las *PS*, *PT* se llaman semigolas de la Plaza de armas: desde los puntos *S*, *T* con el interva-

valo de 20 toesas, descríbanse dos arcos, que se cortarán en *V*, y tirando las *VS*, *VT* serán estas las caras de la Plaza de armas *TVS*.

Lo mismo se practicará en los demás ángulos entrantes del camino cubierto (*a*).

Las

(*a*) El Mariscal de Vauban construía las Plazas de armas dando solamente 10 toesas á cada semigola, y 12 á las caras; pero en los diferentes sitios posteriores á la época de este hombre insigne, se ha reconocido, que aquellas dimensiones eran muy pequeñas, pues resultaban las Plazas de armas de corta capacidad para poder atrincherarse en ellas, y sus caras no flanqueaban con bastante ventaja á las alas del camino cubierto.

En la construccion de las Plazas de armas debe atenderse, á que los ángulos formados por sus caras, y lados del camino cubierto sean siempre de 90, ó 100 grados para que se puedan defender los ángulos salientes sin necesidad de dirigir el fuego obliquamente; pues la experiencia ha manifestado que el Soldado siempre tira contra los objetos que se le presentan de frente sin mudar de posicion quando

Las semigolas de las Plazas de armas no se manifiestan despues que se ha delineado el plano, y solo sirven para la construccion de estas.

Los traveses, ó cortaduras del camino cubierto se construyen en los ángulos entrantes baxando desde los extremos *S*, *T* de las caras de las Plazas de armas las perpendiculares

Se,

do la requieren las circunstancias de la defensa.

A este efecto, quando los ángulos entrantes del camino cubierto, en los quales han de construirse Plazas de armas, son muy agudos, se aumentarán las semigolas á fin de que las caras formen á lo menos ángulos rectos con el lado interior del camino cubierto. Para seguir un método fixo en esta operacion se dividirán por medio los ángulos entrantes, y tomando 20 ó 25 toesas en la recta que los divide desde los puntos señalados se baxarán perpendiculares sobre los lados del camino cubierto, y se tendrán las caras de las Plazas de armas.

Para construir en lo interior de ellas atrincheramientos se tirarán paralelas á sus caras á distancia de 6 toesas: estas para-

Se, *Td* sobre la contraescarpa, y tirando paralelas á estas lineas por la parte exterior á 3 toesas de distancia.

Los traveses de las Plazas de armas formadas en los ángulos salientes por la curvatura de la contraescarpa se colocan en la direccion señalada por las caras del baluarte prolongadas (*a*).

Pa-

ralelas indicarán el lado exterior del parapeto, que se formará de 15 ó 18 pies de espesor, y 6 de altura: el foso se hace paralelo á las caras de 12 ó 15 pies de latitud, y 6 de profundidad: en el parapeto de este atrincheramiento se pone una banqueta algo mas elevada que la de las caras de la Plaza de armas.

(*a*) Quando el ángulo flanqueado es muy obtuso, tambien lo sería el que formasen con la contraescarpa los traveses construidos segun la prolongacion de las caras, y no defenderian bien la Plaza de armas. Para evitar este inconveniente se hace el traves perpendicular á la contraescarpa en el punto que determina la direccion de la cara del baluarte.

Para que quede libre la comunicacion por todo el camino cubierto se dexa un paso de 3 á 4 pies de anto entre su parapeto y los traveses, como se manifiesta en la figura 1. lámina 5 (*a*), en la qual se representa asimismo la banqueta, que debe correr por todo el camino cubierto, Plazas de armas, y traveses. Como el enemigo ataca regularmente el camino cubierto por los ángulos salientes; despues que los defensores se vén precisados á abandonarlos, se retiran detrás de los traveses inmediatos, desde donde pueden continuar el fuego

(*a*) El paso entre el parapeto y los traveses se representa algunas veces de diferente manera que en la lámina 5; á cuyo efecto se tira una recta desde el punto 1 hasta el punto 2, la qual indica la direccion del parapeto. Esta construccion de que se ha hecho uso en el pentágono de la lámina 12, es mas ventajosa, pues así queda defendido el paso del través del ángulo saliente, por el través del entrante; pero la que se trahe para exemplo es de mas facil delineacion.

go á cubierto, pues á este fin se hacen con declivio en la parte superior hácia los ángulos salientes. En toda la longitud de la banqueta del camino cubierto, Plazas de armas, y traveses, se planta una fila de estacas.

82. Para terminar la explanada, ó el parapeto del camino cubierto se tiran á su lado interior las paralelas *rz*, *xy*, &c. á 20 ó 25 toesas de distancia.

A una y otra parte de los ángulos entrantes *x* de la explanada, se toman las *xa*, *xc* de 15 toesas, y haciendo centro en los puntos *a*, *c* se describirán con el intervalo de 20 toesas dos arcos, que se cortarán en *b*: tírense las *bc*, *ba*, y practicando lo mismo en los demás ángulos entrantes, quedará delineada la explanada. Esta operacion se hace mas sencillamente tirando paralelas á las caras de las Plazas de armas á la misma distancia que las que se han tirado á los lados del camino cubierto. Despues se juntan los ángulos del camino-

mino cubierto con los correspondientes de la esplanada por las lineas *QZ*, *Sc* , *Vb* , *Ta* , *Ry* , las quales manifiestan los ángulos que forman los diversos planos que componen la esplanada , y se llaman *aristas.*

En medio de cada una de las caras de todas las Plazas de armas construidas en los ángulos entrantes de la contraescarpa se dexa un paso , ó surtida de 7 á 8 pies de latitud para que la Tropa pueda salir ó retirarse , y se cierra con fuerte rastrillo.

El paso *V* por donde se sale desde la Plaza á la campaña , se hace de 10 á 12 pies de ancho , y en direccion curva para precaverlo de la enfilada , y que pueda tener uso libre en tiempo de sitio. Muchas veces se dexan tambien surtidas en las alas del camino cubierto , pero nunca en las Plazas de armas de los ángulos salientes , porque estarian demasiado expuestas á la vista del enemigo. *Lam.* 1.

83. Para la libre comunicacion de la Plaza con la campaña se construyen

en el foso puentes como *Q*, dirigiéndolos á una de sus puertas *x*, colocada en medio de la cortina *LM*, como ordinariamente se hace, por ser esta la parte del recinto menos susceptible de ataque, pues está defendida por el fuego de los dos flancos colaterales *LI*, *MZ*.

Los puentes se establecen sobre pilares de piedra, ó madera, y su altura se determina por la profundidad del foso. En cada uno de ellos se distinguen dos partes, que son puente *durmiente* ó estable, y puente levadizo: se dice puente durmiente la parte *Q* que corre desde la contraescarpa hasta la distancia de 12 ó 15 pies de la muralla, cuyo espacio se ocupa con el puente levadizo, llamado así porque se levanta, y baxa quando se quiere para cortar la comunicacion con la Plaza. La latitud del puente estable es ordinariamente de 14 á 15 pies.

Entre las diferentes especies de puentes levadizos, los que se usan

mas

mas ordinariamente son de dos maneras, puentes *á bascule*, y puentes de flechas.

Los primeros están unidos á un contrapeso, que tiene su movimiento en un aposento subterráneo situado debaxo de la puerta, y se llama caxa del *bascule*: baxando el contrapeso se levanta el puente, y cubre la puerta.

Los puentes de flechas son los que se mueven por medio de dos maderos suspendidos en lo alto de la puerta, y en cuya extremidad exterior hay dos cadenas, á que está atado el puente por la parte que descansa sobre el durmiente. Estos dos maderos se llaman flechas, y de su extremo interior cuelgan otras dos cadenas, que sirven para levantar el puente, y cerrar con él la puerta.

Quando el puente durmiente tiene 20 ó 30 toesas de longitud, se pone en medio del otro puente levadizo para mayor precaucion contra la sorpresa.

A la cabeza de los puentes estables hácia la campaña se hace una barrera, ó puerta de dos hojas formadas con barras, ó estacas de madera, separadas entre sí, de 7 pies de longitud, y de 5 á 6 pulgadas de grueso.

84. Para entrar en las Plazas se construyen las puertas debaxo del terraplen, haciendo un cañon de bóveda, que le atraviesa directamente: en medio de la entrada suele ponerse el órgano, que es una barrera compuesta de largas, y gruesas estacas atadas con cuerdas á un torno, que sirve para levantarlas, y dexarlas caer, ó para abrir, y cerrar el paso segun convenga. Estando estas estacas separadas, no importa que una ú otra sea detenida por algun obstáculo, pues caen las demás, y no dexan libre la entrada. Sirven los órganos para cerrar prontamente el paso al enemigo quando intenta forzar la Plaza por sorpresa.

85. Antes de la invencion de los ór-

órganos, se empleaban al mismo fin los peynes, ó *saracinescas*, que consisten en un enrexado de madera del mismo ancho que la puerta, formado con estacas verticales, y orizontales unidas entre sí, y herradas las puntas de las verticales (*a*).

Esta barrera de que yá no se hace casi uso alguno, sino en las puertas de las fortalezas antiguas, tiene el inconveniente de que con qualquier obstáculo que se le ponga debaxo, se impide el efecto de cerrar el paso, lo que no sucede al órgano,

(*a*) Los antiguos hacian tambien uso de los peynes, pues Vegecio habla de ellos como de una invencion conocida desde los tiempos mas remotos. En las puertas de las Plazas, dice este Autor, se pone un peyne pendiente de cuerdas, ó cadenas, con el qual se encierra á los enemigos que se avanzan para entrar, y allí los pasan á cuchillo. A mas de esto, tambien deben hacerse ladroneras en la muralla, que está encima de la puerta, para echar agua, si el enemigo logra incendiarla. *Nueva traduccion de Vegecio.*

y por esta razon se ha substituido al peyne.

Al lado de las puertas de la Plaza se construyen alojamientos para los Oficiales, y Soldados que están de guardia, y en lo interior de ella al pie del terraplen se sitúan los quarteles para la guarnicion.

86. Plaza de armas se llama aquel lugar donde se juntan las Tropas para las diferentes operaciones del servicio.

Método para conocer el valor de los ángulos, y lineas de la Fortificacion.

87. Atendiendo al modo con que se ha executado la delineacion del recinto de una Plaza, es facil comprehender, que entre todas las lineas y ángulos de que se ha hecho uso, solo se conoce el lado exte-
Lam. 3. rior *BC* de 180 toesas: la perpendicular *ID* de 30 en el exâgono, de 25 en el pentágono, y de 22 toesas en el quadrado: la cara del baluar-

te

te de 50 toesas ; el ángulo del centro , y el de la circunferencia. Pero siendo muy util averiguar el valor de todas las demás lineas , y ángulos, expondremos el método mas sencillo que hay para esta operacion , pues aunque no es tan exâcto como el que se funda en el cálculo trigonométrico, ó resolucion de los triángulos , es suficiente sin embargo , quando el plano está construido con escala sensible : este método se reduce á trasladar sobre la escala todas las lineas desconocidas , y vér así las partes que contienen de aquella medida comun: observando tambien el valor de los ángulos por medio de un semicírculo.

Para saber quál es la medida de la linea de defensa *BF* , se tomará su longitud con el compás , y llevándola sobre la escala , se verá que es igual á 135 toesas 2 pies , y por consiguiente que no excede al alcance del fusil.

Del mismo modo se observará qué longitud de los flancos es de 27 toesas y 2 pies.

Cada semigola *OE* tiene 27 toesas, y un pie.

La capital *OB* 49 toesas, 2 pies.

El lado interior *OP* 135 toesas, 3 pies, igual próxîmamente á la linea de defensa, como se ha dicho.

La cortina *ET* 76 toesas, 3 pies &c.

Midiendo los ángulos con el semicírculo, se encuentra el flanqueado *GCK* de 83 grados, 8 minutos.

El ángulo del flanco *EFG* de 99 grados, 13 minutos.

El ángulo de la tenaza *BDC* de 143 grados, 8 minutos.

El ángulo diminuto de 18 grados, 26 minutos &c.

Es facil conocer, que todos estos valores de las lineas, y ángulos, son conformes á las máxîmas establecidas, y que se hallan determinados por la construccion.

La perpendicular *ID* levantada sobre la mitad de *BC* determina los ángulos diminutos *HBC*, *GCB*, y asimismo los flanqueados *B*, *C*, que son

son iguales respectivamente á la diferencia entre los semiángulos del polígono, y los diminutos. Tambien queda determinado por la referida perpendicular el ángulo flanqueante *BDC*, y el del flanco *EFG*, que debe ser de cerca de 100 grados (*a*). Los flancos se aumentan, ó disminuyen segun la magnitud de la perpendicular *ID*, como se verá en las notas siguientes.

Es-

(*a*) Para probar que el ángulo del flanco *EFG* resulta de este valor por la construccion, se debe suponer desde *H* hasta *G* una recta *HG*, que será igual á *HF*, y así quedará formado el triángulo isósceles *GHF*, en el qual cada ángulo sobre la base será la mitad del suplemento del ángulo *GHF*, igual á *CBH*, por razon de las paralelas *CB*, *HG*. Siendo, pues, este ángulo *CBH* de 19 ó 20 grados próxîmamente en el exâgono, y polígonos de mas lados; la mitad de su suplemento *HFG* constará de cerca de 80 grados; y añadiéndole el valor del ángulo *HFG* igual *CBH*, resultará el ángulo *GFE* de 100 grados próxîmamente, como queda advertido.

Esta perpendicular debe hacerse mas pequeña en el quadrado, y pentágono, que en los demás polígonos; porque siendo el ángulo del quadrado de 90 grados, si la perpendicular se tomase de la misma magnitud que en el exâgono, resultarian los ángulos diminutos de 18 grados, y 26 minutos en ambas figuras; y restando de 90 grados el valor de dos minutos, quedaría el ángulo flanqueado del quadrado de 53 grados, 8 minutos, el qual sería defectuoso segun la máxîma establecida de que estos ángulos no han de tener menos de 60 grados. Pero tomando la perpendicular *ID* de 22 toesas, ó de la octava parte del lado *BC*, resultará cada diminuto de 13 grados, y 44 minutos; y restando de 90 grados dos ángulos de estos, quedarán 62 grados, y 30 minutos próxîmamente para el ángulo flanqueado del quadrado; y así no será opuesto á las máxîmas.

Siendo el ángulo del pentágono de

de 108 grados (*a*), se podrán hacer los diminutos mayores que en el quadrado; y así dando á la perpendicular *ID* 25 toesas, ó la séptima parte de *BC*, será cada diminuto de 15 grados, y 30 minutos, y el ángulo flanqueado resultará de 77 grados.

El ángulo del exâgono que es de 120 grados, permite mayores los diminutos: haciendo, pues, la perpendicular *ID* de 30 toesas, ó de la sexta parte de *BC*, resultará cada diminuto, segun se ha visto, de 18 grados, y 26 minutos, quedando el ángulo flanqueado de 83 grados, y 8 minutos.

Siguiendo la práctica del Mariscal

(*a*) Para saber el valor del ángulo de qualquier polígono regular, se restará de 180 grados el que se forma en el centro de él por dos radios mayores que salen de los extremos de un lado; y la diferencia será el ángulo del polígono. El del centro siempre es igual al quociente que resulta dividiendo 360 grados por el número de lados que tiene el polígono.

cal de Vauban, que hizo siempre de 30 toesas la perpendicular *ID* en todos los polígonos de mayor número de lados, que el exâgono, sus flancos resultan iguales á los de esta figura, y solo hay diferencia en los ángulos flanqueados, que son mayores á proporcion que se aumentan los lados del polígono en las semigolas, que tambien crecen, y en las capitales que salen algo mas pequeñas.

Si se hiciese mayor la perpendicular, tambien lo serían los flancos; pero aquel célebre Ingeniero juzgó que tenian una magnitud regular siendo iguales á los del exâgono, esto es de 27 toesas, y algunos pies.

NOTAS.

1.ª

88. Se ha dicho, que la magni-
Lam. 3. tud del flanco dependia de la perpendicular, ó ángulo del polígono, porque quanto mayor sea este, se podrá aumentar mas el diminuto *FBC*, y

y por consiguiente tambien el flanqueante interior *EFB* que le es igual, á causa de que el lado exterior *BC*, y el interior *OP* son paralelos ; creciendo , pues , el ángulo *EFB* , tambien crecerá el flanco *EH* , que es su lado opuesto en el triángulo *HEF*.

Siendo la magnitud de la perpendicular *ID* relativa al ángulo del polígono , y determinándose por ella los diminutos , se sigue , que dependiendo de estos ángulos la magnitud de los flancos , tambien dependerán de la misma perpendicular , y que deben variar segun esta fuere mayor, ó menor.

2.ª

89. Conocidas las lineas , y ángulos de la fortificacion , tambien podrá hacerse la delineacion empezando desde el lado interior (*a*) , para lo

(*a*) Quando la construccion de una fortaleza se hace sobre el lado interior del polígono , los baluartes caen fuera de él, y se llama fortificacion exterior ; al contra-

lo qual se inscribirá en un círculo un polígono cuyo lado tenga el valor correspondiente al interior, y señalando despues en este lado las semigolas segun la magnitud que les pertenece, se formarán los ángulos del flanco, y se determinará la longitud de los flancos: finalmente desde los ángulos de la espalda se describirán con un intervalo de 50 toesas dos arcos, cuya interseccion dará el ángulo flanqueado; y las caras &c. Asimismo puede determinarse este ángulo, y caras, señalando en la prolongacion del radio la capital, y tirando lineas por su extremo á los ángulos de la espalda.

trario empezándose á fortificar desde el lado exterior, se sitúan los baluartes, á la parte interior de este lado, y entonces se dice fortificacion interior.

PRO-

PROBLEMA 4.º

Delinear las calles de una Ciudad regular, Plaza de armas, Quarteles &c.

90. Las calles pueden ser perpendiculares, ó paralelas entre sí, y al lado interior del recinto. En el primer caso la Plaza de armas construida en el centro, será quadrada, y en el segundo tendrá la misma figura que el polígono.

El primer método es mas ventajoso á la regularidad de las casas, porque resultan de planta rectángula: practicando el segundo, formarán trapecios, ó trapezoides: uno, y otro se explicará brevemente.

De la delineacion de las calles, y Plaza de armas, quando debe ser quadrada.

91. Para que las calles sean entre sí perpendiculares, y la Plaza de armas quadrada, se empezará la deli- *Lam. 4.*

lineacion, tirando por el centro del recinto dos lineas perpendiculares entre sí, y que una de ellas siga la direccion de las dos puertas opuestas de la Ciudad.

Se arreglará despues la magnitud de la Plaza de armas, lo que es dificil executar con la precision correspondiente, pues debe ser relativa á la extension de la Ciudad, guarnicion, número de habitadores, y terreno de que puede disponerse.

Una Plaza de armas grande, y espaciosa, es mas agradable, vistosa, y de mayor adorno que una pequeña; y fuera de esto debiendo colocarse en ella los edificios principales, como son la Iglesia principal, casa de la Ciudad, y alojamiento para el estado mayor, es crecido allí el concurso de gentes, y así conviene darle extension suficiente para que todo se pueda hacer sin embarazo.

Las Ciudades populosas ordinariamente tienen muchas Plazas de armas, y la principal suele estar situa-

tuada en el centro, ó cerca de él.

Aquí suponemos que la fortaleza sea regular, y que en el centro de ella se ha de construir una sola Plaza de armas, de cuya magnitud evitaremos hacer el exâmen, adoptando las medidas que trahe M.r Belidor en la *Ciencia de los Ingenieros*; en donde señala 40 toesas de lado á la Plaza de armas para una fortaleza de cinco baluartes: 45 ó 50 para la de seis baluartes: 55 ó 60 para la de siete: 70 ó 75 para la de ocho; y finalmente para la de 11 ó 12 baluartes, 90 ó 95 toesas de lado &c.

Determinado el lado de la Plaza de armas quadrada, tómese su mitad, y á esta distancia se tirarán paralelas á las dos perpendiculares que pasan por el centro, y quedarán formados al rededor de él 4 quadrados, que juntos compondrán el de la Plaza de armas. Tírense paralelas despues á todos los lados de este quadrado á la distancia de 30, 32, y aun 35 toesas hasta llegar á 15 toesas

del declivio interior del terraplen: estas paralelas señalarán el intervalo que hay entre los centros de las calles. La anchura de las principales serán de 8 toesas, y se determina tirando paralelas á las dos lineas perpendiculares que pasan por el centro de la Plaza, á 4 toesas de distancia por una y otra parte de estas lineas. Las calles pequeñas tendrán 4 toesas de latitud, para lo qual se tirarán paralelas 2 toesas distantes por una y otra parte de las otras lineas, que son paralelas á los lados de la Plaza de armas.

Las 15 toesas que quedan entre el declivio del terraplen, y las casas es un espacio destinado para los quarteles, que se construyen en frente de las cortinas; y para que haya paso libre por delante y detrás de estos edificios entre las casas y el terraplen.

Todo lo expresado se hará mas inteligible con la inspeccion de la lámina 4.ª que representa una Plaza re-

regular, cuyo recinto tiene seis baluartes: el método para su delineacion es el siguiente.

Tírense paralelas á todas las lineas que terminan el declivio interior del terraplen á 15 toesas de distancia, y quedará señalado el espacio *lmnpqrl*, que deben ocupar las casas. Desde la puerta *A* hasta la puerta *B* tírese la linea *AB*, que pasará por el centro *C*, y por este punto la perpendicular *rn*. Tómense desde el centro *C* las partes *CE*, *CH*, *CF*, *CG* de 25 toesas cada una, y por los puntos *E*, *H*, *F*, *G* se tirarán paralelas á las *AB*, *rn*, y quedará formado el quadrado de la Plaza de armas de 50 toesas de lado.

Para delinear las calles se ha dicho, que debian tirarse paralelas á los lados de la Plaza de armas, distantes entre sí 30, 32, ó 35 toesas; pero como la fortaleza que aquí se ha propuesto para exemplo es de corta extension, se dividirá por medio en *t* la parte *EA* de la linea *AB*,

y por este punto se tirará una paralela al lado *E* , la qual se terminará en las lineas *lr* , *mn* ; lo mismo se executará hácia el lado opuesto *F*. Tómese finalmente la distancia *Et* , y llevándola desde el punto *H* sobre la linea *Hn* las veces que se pueda , quedarán señalados los puntos *u* , *x* , por los quales se tirarán paralelas al lado *H* ; y practicando esto mismo respecto al lado *G* , quedará determinada la direccion de las calles , como lo expresan las lineas de puntos , que pasan por medio de ellas.

Para señalar la anchura de las principales que deben ser de 8 toesas , se tirarán dos paralelas á cada una de las lineas *AB* , *rn* á 4 toesas de distancia por una y otra parte. A las demás calles se les dará solamente 4 toesas de latitud , como queda referido , para lo qual se tiran asimismo paralelas á las rectas que pasan por medio de ellas , 2 toesas distantes de cada lado.

Determinada la extension de la Pla-

Plaza de armas, y la anchura de las calles en la forma referida, se señalarán con lineas fuertes los espacios ocupados por las casas del modo que se representa en la lámina citada.

Para delinear los quarteles se tirarán paralelas á todas las lineas, que terminan el declivio interior del terraplen de las cortinas, á la distancia de 3 toesas, y á la distancia de 8 toesas de estas paralelas se tirarán tambien otras paralelas, entre las quales se comprehende la latitud de los quarteles. Las 4 toesas restantes hasta las casas quedan para calle y libre comunicacion. Estas lineas son de puntos en el plano, que por ser reducido no ha podido darse la explicacion con letras.

La longitud de los quarteles puede ser casi igual á la de las cortinas. Los pavellones *P*, *P* para Oficiales, se construyen á los extremos dándoles 8 toesas de latitud: la de los quarteles es algo menor, como se manifiesta en la figura.

En frente de las puertas se dexa

un espacio de 24 á 30 toesas, y se determina tomando 12 ó 15 toesas á una, y otra parte de la linea que pasa por medio de ellas. En este parage se construyen los pavellones *P*, *P* hácia el lado de la puerta, y los quarteles hácia los extremos de la cortina, de la manera que se representa delante de la puerta *B*; en donde tambien se vé, que se ha tomado parte del terreno, que deben ocupar las casas inmediatas para formar una plazuela, que sirva al libre tránsito de los pasageros, y carruage.

Para representar las puertas, y entrada de la Plaza se toman sobre el lado exterior del parapeto 2 toesas á una y otra parte de la linea que pasa por medio de ellas; y tirando una paralela á aquel lado á 4 toesas de distancia, se tendrá un espacio de 4 toesas de largo, y del mismo ancho, en el qual se comprehende el cuerpo de guardia, que regularmente se construye sobre la puerta, y un aposento para el mane-

jo

ño del *peyne* , ú *órgano* con que se cierra el paso siempre que hubiere necesidad : delante de este espacio no se hace banqueta.

Para delinear el alojamiento del Ayudante de la Plaza , ó Capitan de llaves , que tambien ocupa parte del terraplen encima del paso de la puerta , se toman 5 , ó 6 toesas á una y otra parte de la linea , que pasa por medio de ella , sobre la que termina el declivio interior del terraplen ; y tirando á aquella linea dos paralelas de 6 á 7 toesas de longitud desde los puntos señalados , se acabará de formar el rectángulo , que determinará la extension de dicho alojamiento ; á cuyos dos lados se construyen las escaleras 1 , 2 para subir al terraplen , al qual solo le quedan 3 ó 4 toesas de ancho entre este alojamiento , y el quarto del peyne ú órgano.

La delineacion del puente se hace prolongando el radio recto *CA* hasta la contraescarpa *M* , y tirando

dos paralelas á uno y otro lado de la prolongacion á 7 pies de distancia, entre las quales se comprehenderá la anchura del puente estable; cuya longitud se termina á 12, ó 15 pies de la cortina con una paralela á ella, que manifiesta el lugar donde descansa el puente levadizo, el qual se representa con dos diagonales. Las pequeñas paralelas, que se vén por toda la latitud del puente estable, indican los tablones de que está formado su piso, quando es de madera; y las dos paralelas de cada lado expresan las barandillas ó guardalados, que no se continúan hasta la cortina, porque el puente levadizo no los tiene. Los pequeños quadrados, que salen á uno, y otro lado del puente, manifiestan los maderos con que construyen los pilares.

La explicacion de estos pormenores se ha dado con el fin de instruir á los principiantes en el modo con que ordinariamente se representan en los planos hasta los mas pequeños objetos.

De

92. *De la delineacion de las calles, y Plazas de armas quando su construccion debe ser semejante á la figura del recinto.*

Si la Plaza de armas se quiere hacer semejante á la figura del recinto, se prolongarán todos los radios mayores, y rectos hasta que concurran en el centro; desde cuyo punto se toman sobre cada radio recto 24 toesas, si el recinto es un pentágono: 30 si es exâgono: 36 si es eptágono: 40 si es octágono; y finalmente 50 si es de 11, ó 12 baluartes; y tirando despues por estos puntos paralelas á las cortinas, quedará formada la figura de la Plaza de armas semejante á la del recinto.

Para señalar la direccion de las calles con lineas que pasen por medio de ellas, como en el caso antecedente, se tirarán paralelas á los lados de la Plaza de armas á la distancia de 30, 32, ó 35 toesas, y despues se determinará el ancho cor-

res-

respondiente segun la construccion anterior, dando 8 toesas á las calles principales, cuya direccion se indica por los radios mayores, y rectos; y 4 solamente á las de travesía.

Esta construccion es ventajosa para la mas breve y facil comunicacion de la Plaza de armas con el recinto; pero resultan muchas casas y edificios con ángulos tan agudos, que imposibilitan su buena disposicion y uso.

Habiéndose compuesto este Tratado para la instruccion de los que empiezan el estudio de las fortificaciones, ha parecido conveniente dar primero una idea de colocacion, figura, y extension de todos los edificios de una Plaza completa para facilitar, y hacer mas inteligible su construccion. Ahora se explicará la forma, y disposicion que puede tener el flanco para aumentar su fuerza, y ponerlo en estado de resistir con mayor ventaja á las baterías del enemigo; y succesivamente se hablará de las obras exteriores.

PRO-

PROBLEMA 5.º

93. *Delinear el flanco curvo retirado y orejon.*

Siendo el flanco la parte mas esencial del recinto de una Plaza , se ha procurado aumentar su solidez y defensa poniéndolo á cubierto de las baterías del sitiador. Para conseguir tan importante objeto cada Autor ha tenido sus ideas particulares. Las del Mariscal de Vauban , cuya construccion daremos , consisten en hacer cóncava una parte del flanco retirándola dentro del baluarte , y cubriéndola con la otra redondeada en figura de semicírculo , á que se dá el nombre de *orejon* ; y al flanco construido de esta forma , flanco retirado con orejon.

OPERACION.

Delineada la magistral del recinto , se dividirá el flanco *CD* en tres partes iguales , y sobre la mitad de la tercera parte *CI* se levantará la per-

perpendicular indefinida *OK*, á la qual encontrará en el punto *K* otra perpendicular *CK* levantada sobre la cara *BC* en su extremo *C*: desde el punto *K* como centro, y con el intervalo *KC* ó *KI* se describirá el arco *CI*, y se tendrá delineado el orejon *CI*.

Poniendo la regla sobre el punto *A* vértice del ángulo flanqueado del baluarte opuesto, y el punto *I* se tirará la recta *IH* de 7 toesas (*a*), la qual se llama *contra-hondidura*, ó reves del orejon: tómese *DG* de 5 toesas en la prolongacion de la linea de defensa *AD*; y desde los puntos *G*, *H* como centros, con el intervalo *GH* se describirán dos arcos, que se cortarán en el punto *L*, desde donde con el intervalo *GH* descríbase el arco *GPH*, y se tendrá delineado el flanco curvo retirado.

Prac-

(*a*) La recta *IH* puede dirigirse tambien á otro punto de la cara *AE*, 5 ó 6 toesas distante de *A*.

Practicando lo mismo en todos los demás flancos, estará el recinto compuesto de baluartes con flancos curvos y orejones.

NOTAS.

1.ª Tambien puede construirse el orejon describiendo un semicírculo sobre la linea *CI* tomada como diámetro.

2.ª La base, ó diámetro del orejon debe ser á lo menos de 6 á 7 toesas para que pueda resistir al cañon; y así en los flancos de menor longitud que 18 ó 20 toesas, no puede construirse, porque sería demasiado debil.

3.ª Segun la construccion del reves *IH* del orejon, una porcion *H* del flanco no puede ser vista del camino cubierto opuesto, y por consiguiente, el cañon que allí se conserva solo puede desmontarlo el enemigo con bombas, cuyo efecto es muy incierto en tan pequeño objeto. Este cañon es muy importante para defender

der el paso del foso de la cara del baluarte opuesto, retardar los trabajos del enemigo, inquietarlo, y hacer muy peligrosa la subida á la brecha, que regularmente se abre hácia la mitad de la cara del baluarte.

En el otro extremo *G* del flanco se construye tambien una cañonera, que el enemigo no puede destruir facilmente, y sirve para defender el camino cubierto, que corresponde enfrente del ángulo flanqueado opuesto, y del entrante de la contraescarpa. En lo restante del flanco se hacen tantas cañoneras, como lo permite su longitud, distantes entre sí 15 pies de centro á centro, segun queda explicado al número 31.

Aunque los flancos retirados ocasionan mayor gasto que los otros, sin embargo son tan conocidas sus ventajas, y utilidad que muchos Ingenieros opinan, que no hay Plaza bien fortificada si carece de estos flancos; y que los rectos solo deben emplearse en los fuertes de campaña, ó en aque-

aquellas obras de tierra con que se fortifican diferentes puestos, cuyo uso es momentaneo.

4.ª Las lineas que terminan el parapeto, y terraplen del flanco retirado son arcos de círculo, cuyo centro *L* es el mismo que el del flanco.

Para describir el lado interior del parapeto se dan 3 toesas mas de longitud al radio *LH*, 9 toesas mas para la latitud del terraplen; y 12 para la base de su declivio.

5.ª El parapeto del orejon se hace en linea recta paralela á *IC*, y 3 toesas distante de ella.

6.ª En el reves del orejon *IH* no se construye parapeto, pues sería contra la Plaza; pero para evitar el riesgo de caer en el foso, se pone un muro sencillo de mampostería de 3 pies de grueso.

7.ª La prolongacion *DG* de la cortina se llama *brisura*, ú *hondidura*.

8.ª Los flancos retirados pueden tambien construirse en linea recta, pero son mas ventajosos los curvos,

pues

pues á mas de aumentarse así su longitud de algunos pies, descubren mejor la cara, foso, y camino cubierto opuestos.

La parte exterior del orejon puede igualmente terminarse en linea recta, y entonces se llamará *espalda*; pero se prefiere su construccion en figura curva, pues de este modo es mas dificil arruinarlo por la menor impresion que hacen las balas en la curvatura.

9.ª En el reves del orejon se construyen surtidas secretas, á que llaman *poternas* para salir al foso, y pasar á las obras exteriores; á cuyo efecto se hacen bóvedas subterraneas por debaxo del terraplen. Quando el flanco no tiene orejon ó espalda, se construyen las poternas al extremo de las cortinas.

10.ª Antiguamente se construían en el terraplen del flanco retirado bóvedas subterraneas con aberturas en el revestimiento para el uso de cañon, y se llamaban *casamatas*; pero

ro habiéndose reconocido la intolerable incomodidad que producia el humo, y la prontitud con que eran arruinadas por las bombas, han sido desaprobadas generalmente. No obstante pueden mirarse como especies de casamatas los subterraneos á prueba que construyó M.r Vauban en las torres bastionadas de Landau, y del nuevo Brisac; pero en ellos se han experimentado los mismos inconvenientes del humo, sin embargo de haberse procurado darle salida por medio de algunas aberturas ó claraboyas.

Mas adelante se hablará particularmente de estas obras.

Tambien se dió el nombre de casamata ó Plaza baxa á una especie de flancos que los Ingenieros antiguos construían paralelos al flanco retirado al pie de su revestimiento, y cubiertos por el orejon ó espalda, siendo su objeto doblar el fuego del flanco sin estar expuestos á las incomodidades del humo. Se tratará del

 uso,

uso, construccion y utilidades de estas obras despues que se hayan referido los sistemas de los mas célebres Ingenieros que precedieron al Mariscal de Vauban.

PROBLEMA 6.º

94. *Delinear el tenazon y caponera.*

El *tenazon* ó *tenallon* es una obra, que se construye sobre las lineas de defensa delante de las cortinas, cuyo plano se eleva hasta el nivel de la campaña, quedando algunas veces dos ó tres pies mas baxo con su parapeto, y una ó dos banquetas.

Sirve el tenazon para aumentar la defensa del foso, pues su fuego por mas rasante, y á menor distancia que el de los flancos de la Plaza, es mas peligroso. Algunas veces se construye con flancos, y entonces se llama tenazon doble, como el que se
Lam. 6. representa por *INOPQK* (figura 1.ª); pero quando no los tiene como en *EMF*

EMF (figura 2.ª), se llama tenazon simple.

El Mariscal de Vauban, que inventó esta obra, habiéndose servido primero de los tenazones dobles, prefirió los simples, despues de haber observado que los flancos de los otros podian ser enfilados facilmente del revellin; cuyo inconveniente se evita en los que no los tienen, aunque tambien el fuego de estos es muy oblicuo.

Para delinear el tenazon con flancos (figura 1.ª) se tirará la linea *GH* paralela á la cortina *RS*, y 3 toesas distante de su revestimiento, como asimismo las *GI*, *HK* paralelas á los flancos *RE*, *SF*, 5 toesas distante de ellos: tómense desde el punto *M*, vértice del ángulo de la tenaza, sobre las lineas de defensa *AS*, *BR*, las partes *MN*, *MP* mitades de las *MI*, *MK*; y desde los puntos *N*, *P* báxense las *NO*, *PQ* perpendiculares á las expresadas lineas de defensa, que serán los flancos del tenazon, y

las rectas *NI*, *PK* sus caras.

Delineada la magistral *INOQPK* del tenazon, se le tirarán paralelas á 3 toesas de distancia para señalar el grueso del parapeto. Al terraplen de las caras, y flancos se le dán 6 toesas de latitud; y el de la cortina quedará determinado por la recta *GH*, la qual debe distar 3 toesas á lo menos del lado interior del parapeto; pues si no resultase esta anchura para el terraplen de la cortina, se retiraría hácia fuera el parapeto, aunque ocasionase alguna diminucion en la longitud de los flancos.

La banqueta del tenazon es como la del recinto principal, aunque ordinariamente se construye una sobre otra delante de sus caras, pues el parapeto de ellas se hace algo mas elevado, para que pueda cubrir mejor los flancos.

Esta obra suele dividirse en dos partes por el pequeño foso *MV* construido en medio de la cortina;

y para conservar la comunicacion se hace un puente.

NOTA.

Como el tenazon es una obra que está enteramente separada del cuerpo de la Plaza, la Tropa que la defiende no puede ser incomodada por las ruinas del recinto principal. Este ha sido el motivo de substituirse á la falsabraga, ó *barbacana* antigua, cuya obra es generalmente reprobada por todos los Ingenieros modernos (excepto el Señor de Megrigny, que tuvo por conveniente construirla en la Ciudadela de Tournai (*a*)); pues circuyendo todo el recinto principal, á mas de que las ruinas de este quando estaba revestido eran muy peligrosas á los defensores de la falsabraga, podian tambien ser enfiladas sus caras desde el camino cubierto,

(*a*) El Caballero Folard pretende que esta falsabraga se construyó para corregir los defectos del recinto principal.

y parte superior de la esplanada. El Mariscal de Vauban corrigió estos defectos suprimiendo las caras de la falsabraga, y separando sus cortinas y flancos del cuerpo de la Plaza para evitar el riesgo de las ruinas. Esta obra así rectificada es el tenazon con flancos, en el qual se encuentran las principales ventajas de la falsabraga sin ninguno de los defectos expresados. La misma correccion, con poca diferencia, habia propuesto el Caballero de Ville antes que el Mariscal de Vauban.

95. *Delineacion del tenazon simple.*

Lam. 6. *Fig.* 2. Tírese la recta *DC* paralela á la cortina *AB* á 3 toesas de distancia, como en el tenazon doble, y las *DE*, *CF* paralelas á los flancos *AG*, *BH* á la distancia de 5 toesas: las partes *EM*, *MF* de las lineas de defensa *OB*, *PA* formarán la magistral del tenazon simple; cuyo parapeto se construye, tirando las *EM*, *MT* paralelas á la magistral 3 toesas distantes de ella; y

y para el terraplen se tirarán las *KV*, *VN* paralelas al lado interior del parapeto á 6 toesas de distancia: así quedará terminada esta obra por las lineas *KE*, *EM*, *MF*, *FN*, *NV*, la qual se dividirá en dos partes con el pequeño foso *MV*, como el tenazon doble.

Quando las lineas *KX*, *NY*, que terminan el terraplen del tenazon, encuentran la linea *DC* en los puntos *x*, *y*, algo distantes de su mitad, se hará la parte *RS* paralela á la linea *xy*, ó á la cortina *AB*, tirando primero una paralela á *xy* á distancia de 3 toesas para la latitud del terraplen, y á la misma distancia de esta paralela la *RS*, que determinará el grueso del parapeto, cortando las *EM*, *FM* en los puntos *R*, *S*, como se manifiesta en la figura. *Lam. 6. Fig. 4.*

96. *Delineacion de la caponera.*

Aunque los tenazones se construyen ordinariamente en los fosos de

agua, tambien pueden ser útiles en los secos, añadiendo entonces caponeras.

La *caponera* no es otra cosa, sino una galería, ó camino de 12 á 15 pies de latitud, que atraviesa el foso en frente de la mitad de la cortina, sobre el qual se eleva 3 pies su parapeto por ambas partes, terminándose en pendiente suave á la distancia de 10 á 12 toesas. El piso de la caponera es 3 pies mas profundo que el del foso, quedándole de esta suerte 6 pies de altura al parapeto, el qual tiene su banqueta y estacada por una y otra parte.

Para delinear la caponera quando hay tenazon en el foso, se tirará desde el vértice *B* del ángulo de la tenaza *EBF* al vértice *A* del ángulo entrante de la contraescarpa, la linea *AB*; y á una y otra parte de esta linea dos paralelas, que disten de ella 6 ó 7 pies, terminándolas á 5 ó 6 pies de distancia del tenazon y contraescarpa, para que pueda co-

Lam. 6. *Fig.* 3.

mu-

municarse la caponera con el foso. Estas dos paralelas manifiestan el doble parapeto, cuyo pendiente se termina á 10 ó 12 toesas de distancia por otras dos paralelas. Las banquetas se vén demarcadas en la figura.

Muchas veces se construyen caponeras en el foso, aunque no haya tenazon, en cuyo caso se le suele substituir una especie de retrincheramiento *OBP* construido sobre las lineas de defensa, y consiste en un simple parapeto de tierra de 8 á 9 pies de alto, al qual se le pueden poner dos banquetas, terminándose en pendiente suave hácia el foso, como el de la caponera; y sirve para los mismos fines que el del tenazon.

Pero quando ni hay retrincheramiento, ni tenazon en el foso, se continúa la caponera hasta la distancia de 5 ó 6 pies de la cortina, en donde se abre una poterna para la comunicacion de la Plaza.

El principal uso de la caponera es

es mantener paso seguro á las Tropas que salen de la Plaza para guarnecer las obras exteriores, y procurar la ventaja de defender con fuego directo el foso y caras de los baluartes opuestos.

A fin de ocultar al enemigo la salida de la caponera se corta el ángulo entrante de la contraescarpa por una linea *LK* paralela á la cortina, la qual se tira tomando las partes *AL*, *AK* de 8 á 12 toesas cada una; ó bien se hace una pequeña entrada *LMNK* en figura curva ó triangular &c, como se vé en la lámina 6.ª figura 3.ª

Antiguamente se cubrian las caponeras con gruesos tablones, poniendo encima mucha tierra, y en sus muros se hacian aspilleras para defender el foso; pero la incomodidad que ocasionaba el humo, ha hecho abandonar este método, y yá hoy no se construyen sino descubiertas.

PRO-

PROBLEMA 7.º

97. *Delinear la cuneta en el foso.*

La *cuneta* es un pequeño foso de 12 á 14 pies de ancho por la parte superior, de 4 á 6 por la inferior, y de 6 á 7 de profundidad, que se construye en medio del foso principal con el fin de recoger las aguas quando es seco. Su delineacion es sencilla, y se reduce á tirar dos lineas por medio del foso paralelas á las de defensa, y distantes entre sí de 12 á 14 pies, redondeándolas delante de los ángulos flanqueados, como se manifiesta en la figura 3.ª lámina 6.ª por las letras *abcdef*. La cuneta se hace pasar por debaxo de las caponeras, cuyas obras son convenientes para flanquearla.

PRO-

PROBLEMA 8.º

98. *Delinear el perfil del terraplen, foso, camino cubierto, y esplanada de una fortaleza.*

Supónganse que la lámina 1.ª representa el plano de una Plaza delineado segun el método y reglas expresadas, en el qual se vén las longitudes y gruesos de todas sus partes. Para conocer las alturas y declivios es necesario construir la figura ó perfil que resultaría si esta fortificacion se cortase por un plano vertical segun la direccion de la linea *ST*.

OPERACION.

Lam. 7. Tírese la linea *AB*, que expresará el nivel de la campaña; y así todas las obras que se eleven sobre el piso de la Plaza, se representarán encima de esta linea; y las que sean inferiores estarán indicadas debaxo de ella.

Fór-

Fórmese despues una escala *ab* mayor que la del plano para que se vean con distincion todas las partes, proporcionándola á lo largo del papel en donde se quiere hacer la delineacion del perfil ; de suerte, que si la longitud de la linea *ST* (lámina 1.ª) es de 50 toesas, la del papel tendrá este mismo número de toesas de la escala.

Desde el punto *A* tómese sobre *AB* la parte *AC* de 4 toesas 3 pies para base del declivio interior del terraplen, y en el punto *C* levántese la perpendicular *CD* de 3 toesas que será su altura (*a*). Por el punto *D* tírese á la *AB*

(*a*) En estos Elementos se dá al terraplen 18 pies de altura por ser la mas ordinaria. No obstante explicaremos en pocas palabras las ventajas é inconvenientes de los que la tienen mas grande ó pequeña.

Un terraplen muy alto cubre mejor los edificios principales de la Plaza, y su fuego domina con mas ventaja á la campa-

AB una paralela indefinida *DN*, en la qual se tomará *DE* de 4 toesas, 3 pies para la anchura ó camino del

ter-

paña ; pero tambien es mayor el gasto de su construccion y entretenimiento ; queda muy expuesto á las baterías del enemigo, y aumenta el espacio exterior que no puede descubrirse desde el parapeto. Por otra parte siendo muy grande la elevacion del terraplen, no son tan rasantes, ni peligrosos los tiros, y debe darse mayor declivio al parapeto disminuyendo así su resistencia : á estos inconvenientes puede añadirse, que el fuego del cañon tambien será mas incierto, dirigiéndolo por lineas muy inclinadas al Orizonte, y que tirando de esta suerte padecen mucho las cureñas.

Los terraplenes de poca elevacion se construyen, y conservan con menos gasto : no están tan expuestos á las baterías del enemigo : es mas rasante su fuego, y menor el espacio que queda al pie de ellos sin descubrirse desde el parapeto : pero tienen el inconveniente de no dominar la campaña tan ventajosamente como los otros ; pueden escalarse mas facilmente, y cubren menos los edificios de la Plaza. De estas observaciones se infiere, que así

los

terraplen sin comprehender la banqueta.

Levántese en el punto *E* la perpendicular *EF* de $2\frac{1}{2}$ pies, que será la altura de la banqueta, y tírese *FH* paralela á *DN*: tómese *FG* de 5 pies, *GH* de 4, y tírese *EG*, que expresará el declivio de la banqueta, cuya parte superior será *GH*.

Levántese en el punto *H* la perpendicular *HI* de $4\frac{1}{2}$ pies para la altura del parapeto sobre la banqueta (*a*). Desde el punto *I* se tirará á la

los terraplenes altos, como los baxos, tienen sus ventajas é inconvenientes; y que los mejores son aquellos que no quedando muy expuestos á las baterías del enemigo, cubren bastante los edificios, y dominan la campaña sin que el declivio del parapeto disminuya su resistencia. Estas ventajas pueden lograrse con la altura de 18 pies, la qual debe variar segun las circunstancias y naturaleza del terreno sobre que se construye la fortaleza.

(*a*) La altura interior del parapeto sobre la banqueta es siempre de $4\frac{1}{2}$ pies, pues de esta suerte puede hacer fuego con desem-

la *DN* una paralela indefinida *IK*, sobre la qual tómese *IL* de $1\frac{1}{2}$ pie, y tírese *HL*, que será el lado interior del parapeto: hágase *LK* de 3 toesas, que determinará su grueso: desde el punto *K* se baxará sobre *AB* la perpendicular indefinida *KP*: tómese *KM* de 3 pies, y tírese la *LM*, que será la parte superior del parapeto, dispuesta en declivio para que el Soldado pueda descubrir desde la ban-

embarazo qualquier Soldado de estatura ordinaria; y para precaverse mejor del riesgo de ser ofendido por los tiros del enemigo, se acostumbraba en otro tiempo poner sobre el parapeto una fila de cestillos llenos de tierra, entre los quales, siendo mas anchos por la parte superior que por la inferior, quedaba la abertura suficiente al uso del fusil. En lugar de estos cestillos sirven ahora para el mismo fin los sacos de tierra, los quales se hacen de lienzo grueso de cerca de dos pies de longitud sobre 6 ú 8 pulgadas de diámetro, y con tres de ellos se forma una tronera colocando los dos á 5 ó 6 pulgadas de distancia, y el otro encima.

banqueta el camino cubierto, y esplanada (*a*). Alárguese *DE* hasta que corte *KP* en *N*, desde cuyo punto como centro se describirá un semicírculo de 2 pies de diámetro, que representa el cordon, el qual siempre está al nivel del terraplen.

Tómese despues *NP* de 6 toesas, y desde el punto *P* tírese á *AB* una paralela indefinida *Pn*, que expresará el piso del foso, cuya profundidad se supone aquí igual á la altura del terraplen, que es de 3 toesas.

Córtese *NO* de 5 pies para el espesor del revestimiento en el cordon (*b*),

(*a*) La recta *KM*, que determina el declivio del parapeto, debe variar segun la elevacion del terraplen y latitud del foso. La regla general es dirigirla desde la cresta *L* del parapeto á la mitad de la anchura del camino cubierto.

(*b*) El grueso del revestimiento del terraplen puede determinarse de 5 pies en el cordon; y la base de su declivio ordinariamente se hace igual á la quinta parte de la altura, contada desde el fondo del foso hasta el mismo cordon.

y desde el punto *O* se tirará la indefinida *OQ* paralela á *NP*, que expresará el lado interior del revestimiento.

Desde el punto *P* se tomará *PR* de 7 pies para base del declivio del revestimiento, igual próxîmamente á la quinta parte de su altura *NP*, y se tirará *NR*, que representará la escarpa ó lado exterior del revestimiento. Tómese *RS* de un pie para la *retreta* ó *rodapie*, y tírese *ST* perpendicular á *PN*, á la qual podrá dársele 2 ó 3 toesas para manifestar la profundidad de los cimientos: tírese *TQ* paralela á *Pn*, que cortará á *OQ* en un punto *Q*. El revestimiento del parapeto se manifiesta tirando á la *T&* paralela á *NM* á distancia de 3 pies, que es su espesor ordinario (*a*).

Si

(*a*) Aunque el terraplen esté revestido, se construye muchas veces el parapeto sin revestimiento de mampostería, porque los pedazos de piedras, que hacen saltar las balas del cañon enemigo causan regularmen-

Si se supone, que el plano vertial corta un contrafuerte (*a*), se expresará en el perfil tomando *OV* de

9

mente grave daño á los defensores; á que se añade la dificultad de abrir cañoneras con prontitud, quando lo requiere la necesidad. En el caso, pues, de no revestirse el parapeto se retira su extremo inferior hasta el punto *O* del revestimiento del terraplen, y desde allí empieza á elevarse con declivio igual á las dos terceras partes de su altura. Para delinearlo, se prolonga la recta *QO* hasta encontrar á *LK*, sobre la qual se determina hácia *L* la base del declivio exterior, representándolo por una recta tirada desde el punto señalado hasta el punto *O*: las 3 toesas de espesor, que debe tener el parapeto, se comprehenderán entre la prolongacion de *QO*, y la recta *HI* perpendicular sobre la banqueta.

(*a*) En el frente *BS* de la lámina 3.ª se representa el plano de un revestimiento con el de sus contrafuertes ó estribos.

El Mariscal de Vauban formó una tabla particular, en que se expresan las dimensiones de los estribos para revestimientos de diferente elevacion; y por ella consta que el grueso de un estribo correspon-

9 pies, y tirando *VX* paralela á *OQ*; de suerte, que el perfil del contrafuerte será *VXQO*, el qual está unido al revestimiento *OR*.

Or-

diente á los revestimientos de 10 pies de altura, es de 2 pies en su estremo ó cola, y de 3 en su raiz ó parte que se une con el muro, aumentándose aquel 8 pulgadas, y este un pie por cada 10 mas de elevacion: de suerte, que el primer grueso será de cerca de 3 pies y 8 pulgadas, y el segundo de 5 pies y 6 pulgadas próxîmamente en los revestimientos que tengan 36 pies de altura. Asimismo la longitud del estribo que pertenece á un revestimiento de 10 pies de elevacion es de 4 pies, y se aumenta 2 pies por cada 10 mas de altura; baxo cuya regla quando el revestimiento tiene 36 pies, será de cerca de 9 la expresada longitud, la qual se mide por una perpendicular tirada desde la raiz á la cola del estribo. La recta *OV* representa la longitud del contrafuerte *VQ*, que se supone cortado por el perfil, de cuya construccion se trata.

El Mariscal de Vauban dice, que las dimensiones referidas para estribos y revestimientos están comprobadas sobre mas de 500000 toesas de mampostería, que hi-

Ordinariamente se dá al piso del terraplen un pequeño pendiente para que las aguas no se detengan, y se determina tomando *DW* de $1\frac{1}{2}$ pie, y tirando la *WE* que expresará el camino ó parte superior del terraplen, y *AW* su declivio interior.

hizo construir en 150 Plazas fortificadas por orden de Luis el Grande.

Pero como aquellas medidas no han sido determinadas por principio alguno científico, las exâminó despues el señor Couplet, segun consta de las Memorias de la Academia Real de las Ciencias, años de 1726, 1727, y 1728, en donde se hallan tablas que contienen exâctamente las dimensiones correspondientes á estribos y revestimientos conforme á los diferentes declivios que naturalmente pueden tomar las tierras. El señor Belidor trató la misma materia en los tres primeros libros de la *Ciencia de los Ingenieros*, habiendo tambien formado tablas muy correctas y útiles á los que están encargados de la construccion de las Fortalezas. Las del Mariscal de Vauban pueden mirarse como suficientemente exâctas para estos Elementos.

Construido el perfil del terraplen, y todas sus partes, tómese sobre el plano (lámina 1.ª) la anchura del foso en el parage por donde pasa la linea *ST*, y suponiendo que es de 20 toesas, se señalará esta distancia en el perfil desde *P* hasta *n*, en cuyo punto se levantará la perpendicular *nm* terminada por *AB* en el punto *m*, que será la cresta de la contraescarpa: su revestimiento se determina tirando la *Zy* paralela á *nm* á 3 pies de distancia; para base de su declivio se tomará *nu* de 3 pies, y tirando la *um* se tendrá el lado exterior del revestimiento de la contraescarpa. En el punto *u* se dexa una retreta de 6 pulgadas, y el cimiento de este revestimiento se representa de la misma forma que el de la Plaza.

Tómese despues *mc* de 4 toesas 3 pies para la anchura del camino cubierto sin la banqueta (*a*), y en el punto

(*a*) Aquí se supone que el piso del camino cubierto está en el nivel de la campa-

to *c* levántese la perpendicular *cd* de $2\frac{1}{2}$ pies, que será la altura de la banqueta: tírese *df* paralela á *AB*, sobre la qual se tomará *de* de 5 pies, y *ef* de 4: tírese tambien *ce*, que expresará el declivio de la banqueta, cuya parte superior será *ef*.

Levántese en el punto *f* la perpendicular *fl* de $4\frac{1}{2}$ pies para la altura del parapeto del camino cubierto sobre la banqueta; y prolónguese *fl* hasta que encuentre la linea *AB* en un punto *r*: tómese *rg* de 20 toesas para la latitud de la esplanada, y tírese *lg*, que expresará el pendiente del parapeto del camino cubierto hasta el nivel de la campaña (*a*). So-

paña; y aunque estuviese uno ó dos pies mas baxo, no variaría su delineacion.

El camino cubierto se construye debaxo del nivel referido quando faltan tierras para formar la esplanada, ó quando su parapeto cubriria demasiado á las obras interiores, impidiéndoles la dominacion de la campaña.

(*a*) Se ha advertido ya, que prolongada

bre *lg* se tomará *lh* de un pie, y tirando *hf*, se tendrá el lado interior de este parapeto. La estacada se representa con una estaca puesta sobre la banqueta (*a*) como lo manifiesta el

per-

la direccion de este pendiente, debe terminarse en un punto algo superior al cordon, para que el enemigo no pueda descubrir el revestimiento del terraplen hasta que se aloje sobre lo mas elevado de la esplanada; y á fin de darle esta disposicion en todos los casos se tirará desde su extremo *g* una recta dirigida sobre el cordon *N*, la qual cortará en *l* á la perpendicular *lr*, que termina la latitud del camino cubierto; y tomando *lr* de 7 pies para la altura de su parapeto, se tirará por *r* una paralela al nivel de la campaña que expresará el piso del camino cubierto &c. Las fortalezas, cuya esplanada está dispuesta con semejante direccion, se llaman rasantes.

(*a*) En otro tiempo se fixaba la estacada sobre la parte superior de la esplanada á dos pies de distancia de la cresta del parapeto del camino cubierto; pero habiéndose reconocido, que quedaba así muy expuesta al cañon enemigo, y que estorvaba la mayor parte del fuego de la Pla-

za,

perfil , cuya delineacion queda concluida.

NOTA.

El terraplen de los ángulos flanqueados , y salientes de una fortaleza suele levantarse mas que el de los ángulos de la espalda , y entrantes inmediatos , para cubrir así mejor á los defensores , é impedir en muchos casos que no sean vistos de alguna elevacion próxîma , pues con este reparo se inutilizan las ventajas de su dominacion.

za , para evitar estos inconvenientes se planta ahora sobre la banqueta , $1\frac{1}{2}$ pie distante del lado interior del parapeto , midiéndose la distancia desde el liston á que están clavadas las estacas ; cuyas puntas sobresalen como un pie de la cresta de la esplanada.

Fin de la primera Parte.

ELE-

ELEMENTOS DE FORTIFICACION.

SEGUNDA PARTE.

De las obras exteriores.

99. Se llaman generalmente obras exteriores todas las que se construyen mas allá del foso de la Plaza, y sirven para aumentar su fuerza, cubrir los puentes, y partes defectuosas, ocupar alguna dominacion inmediata, defender los arrabales, y finalmente obligar al enemigo á que pierda tiempo y gente en ganar estas obras antes de atacar el recinto principal. Las mas comunes y útiles son los revellines, contraguardias, hor-

hornaveques sencillos y dobles, lunetas &c. La disposicion, figura y magnitud de estas obras depende de los mismos principios establecidos para la construccion del cuerpo de la Plaza; pues todas sus partes deben estár flanqueadas y defendidas sin que el enemigo pueda apoderarse de alguna, que no sea visto de otras.

Siendo la principal máxîma de fortificacion, que la longitud de la linea de defensa se arregle al alcance del fusil, todas las obras exteriores deben disponerse de suerte, que puedan ser defendidas por el fuego de aquella arma; y así no han de distar entre sí ó del recinto principal, sino desde 120 hasta 150 toesas.

En la construccion de esta especie de obras deben observarse las máxîmas siguientes.

1.ª Colocarlas en tal disposicion, que no puedan servir de defensa al enemigo contra el fuego del recinto principal, ó de alguna otra obra exterior.

Que

2.ª Que su terraplen sea 3 ó 4 pies mas baxo que el de la Plaza en proporcion á la mayor distancia de suerte, que si hubiese tres obras exteriores unas delante de otras, teniendo el terraplen de la Plaza 18 pies de elevacion sobre el nivel de la campaña; el de la obra inmediata será de 14 pies sobre el mismo nivel; el de la que sigue de 10, y el de la mas exterior de 6. Así se dominarán unas á otras succesivamente, y el recinto principal á todas.

3.ª Cada obra exterior debe tener su foso que se comunique con el de la Plaza, y de igual profundidad, quando este es de agua; pero siendo seco, podrá hacerse menos profundo, pues así se defiende mejor. La latitud de estos fosos será de 10 á 12 toesas, y se redondean delante de los ángulos salientes como el de la Plaza.

4.ª El parapeto de las obras exteriores tiene tambien 3 toesas de espesor para que pueda resistir al cañon.

ñon. La anchura del terraplen ordinariamente se hace de 3 á 4 toesas, y la base de su declivio es igual á la altura, ó á las dos terceras partes de ella.

NOTA.

Quando se forma el plano de una fortaleza con obras exteriores, deben delinearse estas despues de haber señalado con lapiz la figura del recinto y su foso, construyendo succesivamente el camino cubierto, el qual circuye á todas las obras de la Plaza.

PROBLEMAS

Para la delineacion de las obras exteriores.

PROBLEMA 1.°

100. *Delinear el revellin.*

El *revellin* es una obra de figura triangular, que se construye delante *Lam. 8.*
de

de las cortinas , y se compone de dos caras *LM* , *MN* , que forman ángulo saliente , y de dos semigolas *RL* , *RN* tomadas sobre la contra-escarpa de la Plaza.

Para delinear el revellin delante de la cortina 3 *F* se señalarán dos puntos *O* , *P* sobre las caras *E* 1 , *H*2 de los baluartes colaterales á 4 ó 5 toesas de distancia de los ángulos de la espalda *E* , *H* ; y desde el punto *F* como centro , con el intervalo *FO* descríbase un arco , que cortará á la perpendicular *BR* prolongada en un punto *M* , el qual será el vértice del ángulo saliente del revellin : tírense despues las *MO* , *MP* terminándolas en la contraescarpa , y se tendrán las caras *ML* , *MN* del revellin con sus semigolas *LR* , *RN*.

La linea *RM* tirada desde el ángulo entrante de la contraescarpa al saliente *M* del revellin será su capital.

El parapeto , y terraplen se hacen paralelos á las caras dando 3 toesas de grueso al parapeto , y 4 de

de latitud al terraplen con $2\frac{1}{2}$ para la base de su declivio.

Para subir al terraplen del revellin, se construyen rampas frente del ángulo flanqueado tirando dos paralelas de 15 toesas cada una á las lineas que terminan el declivio á distancia de 8, ó 10 pies: desde el extremo de las paralelas se tiran dos lineas al vértice del ángulo, que forma el piso del terraplen, y á estas lineas otras dos paralelas á la distancia de 8 ó 10 pies en la latitud del declivio, con lo qual quedarán delineadas las rampas.

En la gola de las obras exteriores no se pone terraplen ni parapeto, porque servirian para cubrir al enemigo del fuego de la Plaza, quando se alojase en ellas.

Al foso del revellin se le dán 12 toesas de latitud, y su contraescarpa se tira paralela á las caras hasta encontrar con la de la Plaza, redondéanla como á esta delante del ángulo saliente *M*.

NO-

NOTAS.

1.ª Sirven los revellines para cubrir las cortinas, puertas y flancos, pues así no puede arruinarlos el enemigo, sino estableciendo sus baterías sobre el parapeto del camino cubierto opuesto. Tambien aumentan la fuerza de la Plaza, dificultando la baxada y paso del foso en frente de las caras de los baluartes, las quales sin esta obra no tendrian mas defensa que la del flanco, siendo de poca consideracion la que pueden prestarse mutuamente por razon de su oblicuidad.

2.ª Las partes rO, Pn de las caras de los baluartes comprehendidas entre la prolongacion de las caras y contraescarpa del revellin, flanquean su foso y camino cubierto: en cada una de estas partes se construyen ordinariamente dos cañoneras.

Las caras del revellin se dirigen á los puntos O; P 5 toesas distantes de los ángulos de la espalda E, H,

H, para que pueda ser defendido su foso por un fuego igual á su latitud, lo que no sucedería si estuviesen alineadas con los ángulos de la espalda, pues el espesor del parapeto del flanco estorvaría parte de la defensa.

3.ª Para saber el punto mas avanzado donde puede colocarse el ángulo saliente *M* del revellin, se describirán dos arcos con el intervalo *PO*, haciendo centro en los puntos *P*, *O*, y el punto 7 en que se cortan será el que se pide; pues concibiendo las lineas 7*O*, 7*P*, el ángulo *O* 7 *P*, que formarían, sería de 60°, que es el menor que puede admitirse en la fortificacion; y por consiguiente solo hasta el referido punto se podrá adelantar el ángulo flanqueado del revellin.

4.ª Para aumentar la defensa de las caras y foso de los revellines, quando es seco, suelen construirse las Plazas de armas ó traveses *m*, y consisten en un parapeto, que atraviesa el foso hácia la extremidad de

las caras, á quienes se hace perpendicular, dexando un pequeño paso entre él, y la contraescarpa, el qual se cierra con una barrera. La altura de este parapeto es de 6 pies, 3 sobre el nivel del foso, y otros 3 debaxo, para lo qual se hace una pequeña excavacion como en la caponera, terminándose del mismo modo el declivio superior en el foso, y poniéndole su banqueta y estacada. Estos traveses suelen construirse en todos los fosos de las obras exteriores, quando son secos.

5.ª Algunas veces se hacen flancos en los revellines, y entonces tienen la figura de un baluarte separado del recinto principal. Para la delineacion de estos flancos tómense en el revellin *abcd* desde los puntos *b*, *d*, las distancias *bg*, *dh* de 10 toesas cada una, y las *be*, *df* de 7: tírense las *eg*, *fh* que serán los flancos, á los quales se les dá su terraplen, y parapeto, como el de las caras, y sirven principalmente para la de-

defensa del camino cubierto, quando puede ser enfilado.

6.ª Tambien se construye algunas veces en el revellin un reducto dando 15 ó 20 toesas á su capital *al*, y haciendo sus caras paralelas á las del revellin. El parapeto de este reducto se construye ordinariamente de mampostería de 2 á 3 pies de grueso, con troneras para el uso del fusil; y el foso, que es paralelo á las caras, tiene de 4 á 6 toesas de latitud.

Sirve este reducto para que la Tropa, que defiende el revellin tenga segura retirada, y pueda incomodar al enemigo quando establece allí su alojamiento.

Si los revellines son muy grandes se hace mas capáz el reducto, elevando tambien su terraplen algunos pies sobre el del revellin, y dando 3 toesas de espesor al parapeto.

7.ª Es muy ventajoso para la defensa de una Plaza el construir revellines delante de todas las cortinas.

K 2 Pa-

8.ª Para la comunicacion con la campaña se pone un puente en el foso del revellin que estuviere delante de la puerta, cortando el terraplen por medio de una de sus caras, del ancho del puente levadizo, el qual se coloca inmediato al revellin al extremo del estable en la forma que se dixo hablando del puente construido en el foso principal.

PROBLEMA 2.º

101. *Delinear las lunetas que cubren el revellin.*

Para aumentar la defensa de la Plaza suelen cubrirse las caras del revellin con dos obras, á que se dá el nombre de lunetas, y son grandes ó pequeñas segun cubran el todo ó parte de las caras.

1.º Para delinear las grandes lunetas, que tambien se llaman contraguardias, se prolongan las caras del revellin *BD*, *CD* indefinidamente, y tomando desde los puntos *E*, *F*

Lam. 9. *Fig.* 3.

F de la contraescarpa, *EF* de 30 toesas, y *HG* de 15, se tirará *FG*, y quedará trazada la luneta *GFEH*, siendo *GF*, *FE* sus caras, y *GH*, *HE* las semigolas. La misma operacion se practíca prolongando la otra cara *CD* del revellin, y así quedan delineadas las grandes lunetas, á las quales se les dá su terraplen, parapeto y foso de las mismas dimensiones que al revellin, haciendo solo 3 pies mas baxo el terraplen.

Algunos dividen las lunetas por medio con una cortadura *IK* compuesta de terraplen y parapeto, de la misma latitud y grueso que los de la luneta, y paralelos á la pequeña cara *EF*: al pie del lado exterior *IK* del parapeto se hace un foso de 3 á 4 toesas de ancho, que por una parte se comunica con el del revellin, y por la otra llega hasta el parapeto de la cara *FG*, dexando un paso de 3 á 4 pies de ancho entre esta cara, y el parapeto de la cortadura.

El declivio superior del parape-

to de la luneta debe dirigirse hácia el medio del camino cubierto opuesto, ó á su banqueta.

Las caras de los baluartes que defienden al revellin, y su foso, flanquean tambien las caras y fosos de las lunetas; y el foso de la cortadura está flanqueado por la cara del revellin.

El ángulo flanqueado *F* de la luneta, no debe ser menor de 60.°

En el ángulo entrante *K* de la contraescarpa de las lunetas se construye algunas veces un pequeño reducto, dando á cada una de sus semigolas, que se toman en la contraescarpa, 10 toesas, y 12 á las caras, con un foso de 5 á 6 toesas, que se comunica con el de las lunetas, de cuyas caras mas pequeñas saca esta obra su defensa.

Lam. 9. *Fig.* 4. 2.° Para construir las pequeñas lunetas delante de las caras del revellin *A* se tomarán desde el ángulo *E* de la contraescarpa las *EB*, *EC* de 15 toesas para semigolas; y hacien-

ciendo centro en los puntos *C*, *B*, se describirán con el intervalo de 20 toesas dos arcos, que se cortarán en el punto *D*: tírense las *DC*, *DB*, que serán las caras de la luneta; y executando la misma operacion hácia la otra parte, se tendrán delineadas las dos pequeñas lunetas *G*, *H*, á quienes se dá un parapeto de 3 toesas, con su foso de 6. Estas obras se defienden por las caras del baluarte y revellin.

NOTAS.

1.ª Las pequeñas lunetas no son otra cosa que Plazas de armas del camino cubierto atrincheradas. Las dimensiones tomadas para su construccion son las que determinan todos los Autores de fortificacion; pero pueden aumentarse sin inconveniente á fin de hacerlas capaces de mejor defensa, observando que no cubran del todo, ni la cara del revellin, ni la del baluarte para que puedan defender su foso y camino

cubierto. Segun esta consideracion, la longitud de las semigolas de las pequeñas lunetas, puede hacerse igual á la mitad de las caras del baluarte y revellin delante de los quales se colocan; esto es, que si la cara del revellin *A* es de 60 toesas, la semigola *CE* podrá tener hasta 30; y si la cara del baluarte opuesto es de 50 toesas, podrá ser de 25 la semigola *BE*. Para construir las caras se levantan en el extremo de las semigolas dos perpendiculares á la contraescarpa, y el punto donde se encuentren será el ángulo flanqueado, el qual si resultase muy agudo, se corregirá inclinando un poco las caras.

2.ª Las pequeñas lunetas tienen el inconveniente de que no siendo defendido su foso *DC* sino por la cara del revellin, ocupando este el enemigo, podrá cubrirse en aquel del fuego del recinto principal; á que se añade, que como la pequeña luneta es menos elevada que el revellin, tambien ganado este, se vén preci-

sa-

sados á abandonarla los defensores. Las mismas reflexîones pueden hacerse respecto al pequeño reducto *K* situado en el ángulo entrante de las grandes lunetas. *Lam.* 9. *Fig.* 3.

PROBLEMA 3.º

Delinear la contraguardia.

102. La contraguardia es una obra que cubre las caras del baluarte, y se compone de dos caras, las quales forman ángulo saliente delante del flanqueado del baluarte. *Lam.* 8.

Para delinear la contraguardia sobre el baluarte *x* tómense en la contraescarpa de los revellines colaterales 4, 5, las partes *AD*, *TV* de 16 toesas cada una, y desde los puntos *D*, *V*, tírense *DC*, *VC* paralelas á las *AG*, *TS* de la contraescarpa, y el punto *C* en que se cortan será el vértice del ángulo saliente de la contraguardia, y las *DC*, *VC* sus caras.

La latitud del terraplen de la con-

contraguardia es de 3 toesas (*a*) : su parapeto y foso se hacen paralelos á las caras , y sacan la defensa de los revellines inmediatos 4 , 5.

En otro tiempo solian construirse las contraguardias con flancos ; pero hoy ya no se admiten , porque podrian servir contra los revellines colaterales.

No solo cubre la contraguardia el baluarte sobre el qual se construye , sino tambien los flancos de los inmediatos ; de suerte que para arruinarlos el enemigo , debe ocupar primero esta obra.

NOTA.

Quando las pequeñas lunetas , de que se ha tratado en el problema anterior , cubren la mitad de las caras del revellin , se podrá construir delan-

(*a*) Se dá poca anchura al terraplen de esta obra á fin de que el enemigo no tenga terreno suficiente para cubrirse en ella del fuego del baluarte , ni establecer baterías para abrirle brecha.

lante de su ángulo flanqueado una contraguardia, la qual tendrá respecto á aquella obra las mismas ventajas que las que se colocan delante de los baluartes.

Para dar idea de su construccion, supóngase que *ab*, *cd* son las caras de las pequeñas lunetas perpendiculares á las del revellin *A*: tómense sobre su contraescarpa las *fg*, *hl* de 8 toesas próxîmamente, y tirando las *gn*, *ln* paralelas á las caras del revellin *A*, el punto *n* en que se encuentran será el ángulo flanqueado de la contraguardia del revellin, y *gn*, *ln* sus caras, las quales están defendidas por las pequeñas lunetas. La latitud del foso de esta obra es de 6 á 8 toesas: su terraplen y parapeto se construyen como en la contraguardia del baluarte. *Lam.* 9. *Fig.* 4.

PRO-

PROBLEMA 4.°

103. *Delinear el hornaveque simple delante de la cortina.*

El hornaveque simple se compone de un frente de fortificacion, ó de una cortina, dos medios baluartes, y dos lados de bastante longitud que se llaman alas. Esta obra suele colocarse delante la cortina, y algunas veces sobre el baluarte.

Lam. 9. *Fig.* 5. Para delinear el hornaveque delante de la cortina *EF*, se tomará desde el ángulo entrante *Q* sobre el radio recto prolongado indefinidamente la distancia *QL* de 120 á 140 toesas, sobre la qual se levantará en el punto *L* la perpendicular *OP*, alargándola por una y otra parte: tómense *LO*, *LP* de 60 á 70 toesas cada una, y señalando sobre las caras de los baluartes opuestos los puntos *A*, *B* 10 toesas distantes de los ángulos de la espalda *C*, *D*, se tirarán con direccion á los puntos referidos

dos las *OM*, *PN*, que serán las alas del hornaveque, terminadas en los puntos *M*, *N* de la contraescarpa. Para fortificar el frente, tómese sobre la prolongacion *LQ* del radio recto la parte *LR* de 23 toesas, si *LP* es de 70; y de 20, si *LP* es de 60: tírense por el punto *R* las lineas de defensa indeterminadas *OX*, *PV*, y señalando sobre ellas las caras *PS*, *OT* de 40 toesas cada una, si *LP* es de 70; y de 35 si *LP* es de 60, se concluirá despues la fortificacion del lado exterior *OP* en la forma que se ha enseñado respecto al recinto principal, problema 1.º número 70.

El foso de esta obra tendrá 12 toesas de latitud, y se construirá como el de la Plaza describiendo con aquel intervalo desde los puntos *O*, *P* como centros dos arcos de círculo, á los quales se tirarán dos tangentes dirigidas á los ángulos de la espalda *T*, *S* (*a*), y otras dos parale-

(*a*) Véase la construccion del foso de la Plaza, número 79.

lelas á las alas *OM* , *PN* , y distantes de ellas 12 toesas. La anchura del terraplen será de 4 toesas , como la del revellin.

NOTAS.

1.ª Si por esta construccion resultasen los ángulos flanqueados *O* , *P* menores de 60 grados , se debería disminuir el lado exterior *OP*.

2.ª La perpendicular *LR* siempre se hace igual á la sexta parte del lado exterior *OP* , y la cara á las dos séptimas partes , sea qual fuere la magnitud de este lado.

3.ª Las alas sacan su defensa de las caras de los baluartes sobre que están alineadas ; y el frente queda flanqueado por sí mismo , como lo manifiesta su construccion.

4.ª Aunque haya hornaveque delante de la cortina *EF* , se construye el revellin *Y* , como en los demás frentes de la Plaza.

5.ª Para aumentar la defensa del hornaveque se hacen los atrincheramien-

mientos 1, 2, y consisten en un parapeto alineado perpendicularmente á la mitad de las caras del revellin, con su terraplen, y foso de 7 á 8 toesas de latitud, y 10 ó 12 pies de profundidad, el qual se comunica con el del revellin, y saca la defensa de sus caras.

6.ª Tambien puede hacerse mas ventajosa la defensa interior del hornaveque, construyendo un camino cubierto con Plazas de armas como el de la Plaza, á lo largo de la contraescarpa de los retrincheramientos, y revellin ó baluarte sobre que está situado.

Delante del hornaveque se pone ordinariamente un revellin siguiendo la misma construccion dada para el que cubre la cortina de la Plaza: la latitud de su terraplen es de 3 toesas, y de 7 á 8 la de su foso, el qual se hace paralelo á las caras.

PRO-

PROBLEMA 5.º

104. *Delinear el hornaveque simple sobre el baluarte.*

Alárguese la capital del baluarte
L. 10. *X*, y tómese sobre ella desde el ángulo flanqueado *C* la distancia *CD* de 120 á 150 toesas: levántese en el punto *D* la perpendicular *AB* prolongándola por ambas partes: tómense *DA*, *DB* de 70 toesas cada una, y *DE* de 23 ó igual á una sexta parte de *AB*: desde los punto *A*, *B* tírense por *E* las lineas de defensa indeterminadas, y dando 40 toesas de longitud, ó las dos séptimas partes de *AB* á las caras de los medios baluartes, se acabará de fortificar este frente, como el del hornaveque anterior.

Para formar las alas, se señalarán los puntos *F*, *G* en las caras de los revellines colaterales 1, 2, á 15 toesas de los ángulos *H*, *K*, y alineando despues con los referidos puntos

tos las rectas *AL*, *BM* terminadas en la contraescarpa de los revellines, se tendrán las alas. El terraplen, parapeto y foso de esta obra se construyen como en el hornaveque anterior.

NOTAS.

1.ª Las alas de este hornaveque sacan su defensa de las partes *NF*, *GO* de los revellines 1, 2.

2.ª Tambien hubieran podido flanquearse las alas por las caras del baluarte *X* dándoles la direccion sobre ellas; pero en este caso resultarían los ángulos *A*, *B* demasiado agudos, y muy obliqua la defensa.

3.ª El hornaveque situado sobre un baluarte puede asimismo ser defendido por las cortinas colaterales; pero entonces no se avanzaría tanto hácia la campaña su lado exterior, pues los ángulos flanqueados *A*, *B* nunca deben estár á mayor distancia que el alcance del fusil, de aquellas obras que los defienden.

4.ª Quando las alas se estrechan hácia la Plaza, ó la latitud de la gola es menor que la del frente, se llama hornaveque á cola de golondrina; si la gola es mayor que el frente, se dice hornaveque á contracola de golondrina.

5.ª Tambien puede construirse un revellin delante del hornaveque situado sobre el baluarte.

6.ª Algunas veces podrá ser ventajoso el establecer los hornaveques fuera del camino cubierto, como lo practicó el señor Vauban en Huningue.

Para esto se prolongará la capital del baluarte sobre que deba construirse, y tomando 80 toesas desde su ángulo flanqueado, se levantará en el punto señalado una perpendicular de 60 toesas de longitud por cada parte, y se tendrá el lado exterior de 120, que se fortificará como se ha enseñado: sus alas se alinearán con los ángulos de la espalda del mismo baluarte, terminándolas en

en la esplanada, y quedarán flanqueadas por el camino cubierto y cortinas colaterales. El terraplen, parapeto y foso se construyen como en los antecedentes.

PROBLEMA 6.º

105. *Delinear el hornaveque doble delante de la cortina.*

El hornaveque doble ó corona se compone de dos frentes de fortificacion, esto es de un baluarte entero, dos cortinas, y dos medios baluartes con dos alas, como el hornaveque simple: ordinariamente se coloca delante de la cortina, aunque tambien puede construirse sobre el baluarte.

Para delinearlo delante de la cortina *AB*, se alargará á discrecion el radio recto ó perpendicular, y desde el ángulo entrante *L* de la contraescarpa, con el intervalo de 150 á 160 toesas, descríbase el arco indeterminado *HKI*, que cortará á la perpendicular prolongada en *K*; des- *Lam. 9. Fig. 6.*

de cuyo punto como centro, y con el intervalo de 120 toesas, señálense á una y otra parte del arco descrito, los puntos *H*, *I*, y tirando las *KH*, *KI*, se tendrán los lados exteriores de la corona, los quales se fortificarán como en el hornaveque simple: sus alas *IN*, *HM* se dirigen á los puntos *C*, *D* distantes 15 toesas de los ángulos de la espalda *E*, *F*, terminándolas en los puntos *N*, *M* de la contraescarpa. El terraplen, parapeto y foso de esta obra tienen las mismas dimensiones que en el hornaveque simple; y delante de sus frentes pueden construirse los revellines *O* siguiendo el método referido.

PROBLEMA 7.º

106. *Delinear el hornaveque doble, ó corona delante del baluarte.*

Para construir la corona sobre el baluarte se prolongará su capital á discrecion; y haciendo centro en el ángulo flanqueado se describirá un ar-

arco indeterminado con el intervalo de 140 á 150 toesas. Desde el punto en que este arco corta á la capital prolongada tírese una cuerda á cada parte de 120 toesas, y se tendrán los lados exteriores del hornaveque doble, que se fortificarán como en el simple, dirigiendo las alas sobre las caras del mismo baluarte á 15 ó 20 toesas de los ángulos de la espalda.

Los ángulos flanqueados de los dos medios baluartes deben ser á lo menos de 60 grados; y si dirigiendo las alas á los puntos referidos en la construccion anterior, resultasen demasiado agudos, se alinearán sobre las caras de los revellines colaterales, ó baluartes inmediatos á 10 toesas de los ángulos de la espalda: de esta suerte quedarán mejor flanqueadas las referidas alas.

NOTAS.

1.ª Los frentes del hornaveque do-

doble se defienden por sí mismos como el del simple.

2.ª En lo interior de esta obra pueden construirse retrincheramientos semejantes á los que están señalados por 1, 2, en la figura 5.ª lámina 9; tambien será ventajoso á su defensa el poner camino cubierto, y Plazas de armas por la latitud de su gola.

3.ª El ángulo flanqueado *K* se puede adelantar mas hácia la campaña, si importase ceñir con el hornaveque mayor extension de terreno.

Para determinar el punto hasta donde se podrá avanzar el referido ángulo flanqueado *K* sin inconveniente, tírese la linea *HI*, á la qual dividirá por medio en *R* la perpendicular *LK*: sobre esta linea prolongada tómese *RS* igual *HR*, ó *RI*, y el punto *S* será el que se busca; de suerte que eligiendo entre *S* y *K* qualquier otro punto como *T*, y tirando desde él dos rectas á los puntos *H*, *I*, se tendrán los lados exterio-

riores de la corona, que se fortificarán segun el método explicado: observando solamente, que si para la colocacion del ángulo flanqueado *K*, se determina el punto *S*, ó qualquier otro entre *S* y *T* mitad de *SK*, se le dará á la perpendicular la octava parte del lado exterior; y si el punto está entre *T* y *K*, se hará igual á la séptima parte del mismo lado.

4.ª Los flancos del hornaveque simple y doble pueden hacerse curvos y con orejones tomando desde el ángulo de la espalda 6 ó 7 toesas para base ó diámetro del orejon, y siguiendo despues las reglas dadas para los flancos del recinto principal, número 93.

5.ª Quando se fortifica nuevamente una Plaza, sería conveniente el hacer mayores los frentes que deben cubrirse con hornaveques, pues así resultarian estas obras mas capaces y de mejor defensa. Se dice que el Mariscal de Vauban practicó este método en Sarlouis, en cuya Plaza

el frente situado á lo largo del rio Saar (sobre el qual hay un hornaveque que cubre el puente) tiene mas de 200 toesas.

6.ª En todos los ángulos flanqueados y salientes de las obras exteriores, como revellines, contraguardias &c. se ponen garitas.

Todas las obras exteriores deben estár circundadas por el camino cubierto, y esplanada, segun el método explicado en el problema 3.º número 81; pero ha de observarse, que quando los lados del camino cubierto tienen mucha longitud, deben construirse traveses de distancia en distancia para evitar la enfilada, y hacer mas ventajosa su defensa.

Lam. 9. *Fig.* 6. Quando el ángulo entrante *h* formado por la contraescarpa del ala del hornaveque simple ó doble, y la del baluarte, es notablemente menor que un recto, las paralelas á los lados del referido ángulo, que determinan la latitud del camino cubierto, formarán otro ángulo *gbd* igual *h*; y cons-

construyendo la Plaza de armas por el método regular, resultarían sus caras en disposicion muy obliqua, y nada ventajosa para defender las alas del camino cubierto: si á fin de corregir este defecto se levantan las caras perpendiculares en la extremidad de las semigolas, no tendrán la regular magnitud que les corresponde. Para precaver ambos inconvenientes, se practicará lo prevenido en la primera nota del número 81; ó bien alargando la capital del baluarte opuesto, se tomará sobre ella desde el punto *C* de la contraescarpa la distancia *Cg* de 6 á 7 toesas, y desde *g* se baxará sobre el lado *bd* la perpendicular *gf*, que determinará la latitud del camino cubierto. Si esta perpendicular resultase de 25 á 30 toesas, puede construirse una Plaza de armas segun el método ordinario sobre el ángulo *gfd*; pero si no tuviese mas que 15 ó 20 toesas, el espacio entre ella, y la contraescarpa servirá de Plaza de armas, cuya

Lam. 9. *Fig.* 3.

en-

entrada se cubrirá hácia *f*, construyendo un traves en la prolongacion de *gf*.

OBSERVACIONES

Sobre los hornaveques simples y dobles.

I.

107. Muchos reprueban estas obras por el demasiado gasto de su construccion, y porque no estando bien situadas, ganándolas el enemigo las haría servir contra la Plaza. Sin embargo, quando todas sus partes se hallan flanqueadas ventajosamente, y el sitiador no puede cubrirse con las alas del fuego de la Plaza, contribuyen mucho á su defensa. Son indispensables estas obras para ocupar algun terreno inmediato que puede favorecer los ataques, como se ha practicado en Philisburgo construyendo un hornaveque sencillo, y otro doble en el espacio que media entre el Rhin y la Plaza. Tambien en Strasbur-

burgo se puso un hornaveque doble sobre un baluarte para ocupar el terreno entre la Ciudadela y el Rhin. Quando semejantes circunstancias hacen necesaria la construccion de estas obras, no tiene duda que son muy útiles, y solo puede vituperarse el que se multipliquen sin reflexîonar antes sus inconvenientes y ventajas. Así no debe imitarse el exemplo de Tournay, en cuya Plaza habia quatro hornaveques, y los tres tan inmediatos entre sí, que ganando uno de ellos, podia servir para batir el otro.

Quando se establecen estas obras, y generalmente todas las exteriores, debe atenderse principalmente á que las comunicaciones sean fáciles y seguras, para que las Tropas destinadas á su defensa puedan retirarse sin riesgo, despues que el enemigo se haga dueño de ellas. Este objeto pide algunas reflexîones, que se expondrán en el artículo siguiente.

II.

De las comunicaciones.

108. Todas las obras exteriores de fortificacion serían susceptibles de poca defensa, y muchas veces perjudiciales á la Plaza, si no tuviesen entre sí comunicaciones seguras.

No hay necesidad que para preparar estas ventajas, se construyan puentes en todas las obras, porque podrian facilitar las sorpresas, y debería crecer la vigilancia, fatiga y número de Tropas que se empleasen en guardarlos: por otra parte rompiéndolos el enemigo con su cañon, quedaría cortada la comunicacion, y subsistirían los inconvenientes referidos. Así, pues, es preciso buscar otros medios para proporcionar comunicaciones mas seguras, y menos expuestas. Las que se construyen en el foso, á mas de las poternas que se hacen en el reves del orejon, como se dixo número 93, son las siguientes.

La Plaza se comunica con el tenazon por una poterna, ó camino subterraneo construido debaxo del terraplen de la cortina hácia su mitad, y cuya salida debe estár cubierta por aquella obra, á fin de que el enemigo no pueda embarazar su uso con el cañon. Para subir desde el foso al tenazon, se construyen escaleras á la parte interior de su terraplen. Desde esta obra se pasa al revellin por la caponera, segun se explicó número 96; haciendo tambien escaleras en su gola. Quando han de ponerse cañones en el revellin, se suben por una rampa de maderos formada expresamente con este objeto.

La comunicacion á las demás obras exteriores es por escaleras ó rampas construidas en sus golas, ó á favor de algunos traveses situados en la latitud del foso, como se dixo en la nota 4.ª número 21.

Quando el foso es de agua, se tienen pequeños barcos para pasar desde la poterna al tenazon, y des-

de

de este al revellin , cuya comunicacion puede facilitarse por medio de un cable , fixando sus extremos en la gola del revellin , y detrás del tenazon , pues de esta suerte servirá á la conduccion del barco.

Tambien se hacen pequeños puentes flotantes con maderos unidos por sus extremos , poniendo sobre ellos tablones ligados entre sí con cuerdas.

A mas de estas dos especies de comunicaciones con barcos , y puentes flotantes , que no son prontas , ni cómodas , se construyen otros puentes á flor de agua , fixando maderos en el foso , y uniéndolos con travesaños , sobre los quales se ponen gruesos tablones.

Las ventajas que tienen los fosos de agua contra las sorpresas , están contrapesadas por los inconvenientes que se ofrecen para establecer en ellos comunicaciones seguras , y cómodas, pues fuera del riesgo que hay en pasar de noche los puentes , es necesario que las Tropas vayan desfilando,

do, y quando se vén obligadas á abandonar las obras exteriores con precipitacion, la confusion y desorden de la retirada puede ocasionar gravísimos daños.

III.

De los diques ó represas.

109. Los *diques* son unos sólidos de mampostería, que atraviesan la latitud del foso, y se colocan ordinariamente sobre la prolongacion de las capitales de los baluartes y revellines para que quando el foso no está de nivel, y puede introducirse el agua de algun rio, impidan su curso hácia las partes mas baxas, si conviene mantenerlas en seco; y tambien sirven para detener el agua á cierta altura.

El espesor del dique debe ser de 15 á 18 pies para que pueda resistir al cañon enemigo, que en tiempo de sitio procurará destruirlo, á fin de dar salida á las aguas del foso.

Es-

Estas obras se construyen delante de los ángulos salientes, porque en qualquier otro parage podrian ser favorables al enemigo para el paso del foso, cubriéndole del fuego de la Plaza. Su altura se regula por la del agua, que ha de represarse; pero nunca excederá á la del camino cubierto, para que no puedan destruirse desde la campaña. Por la parte superior forma el dique una especie de caballete ó techo, y en medio se pone un torreon de 6 á 7 pies de diámetro, y la misma altura terminándole en punta ó figura cónica para impedir la desercion y entrada en la Plaza.

Los diques se representan en el plano del modo que lo manifiesta la figura *D* lámina 11. Las dos paralelas extremas indican su espesor: las del medio el caballete, y el círculo expresa el torreon.

IV.

De las esclusas.

110. Habiendo hablado de los diques, se hace indispensable dár alguna idea de las esclusas, cuyas obras se consideran como muy útiles para la defensa de las Plazas.

Las esclusas se construyen con madera, y buena mampostería, y son muy semejantes á los diques; solo que estos sirven ordinariamente para detener el agua en el foso, y la esclusa se hace con el fin de impedir la entrada de algun pequeño rio ó canal, y podérsela dár quando lo pida la necesidad por medio de una compuerta que se levanta y baxa con este objeto.

A favor de las esclusas puede defenderse primeramente en seco el foso de una Plaza; y quando yá los sitiados han empleado todos sus esfuerzos para retardar las operaciones del enemigo, se abren las compuer-

tas, y dexando correr el agua se le obliga á nuevos y costosos trabajos.

Tambien sirven las esclusas en los terrenos baxos y pantanosos para represar las aguas de las inmediaciones de la Plaza, y formar inundaciones, por medio de las quales se hacen muy dificiles los ataques. En Condé, Douay, Tournay, Ayre &c. se han construido esclusas de esta especie; y la mayor parte de las Plazas de Holanda están situadas en terreno muy apto para hacer uso de semejantes fortificaciones.

V.

De las obras que se construyen fuera de la esplanada.

111. Si despues de haber construido el camino cubierto y esplanada, se tuviese por conveniente aumentar nuevas defensas á la Plaza, permitiéndolo su situacion y circunstancias del terreno, se hará un antefoso ó contrafoso paralelo á la linea que

que termina la esplanada, dándole 10 ó 12 toesas de latitud.

112. En frente de los ángulos entrantes del camino cubierto, y delante del contrafoso suelen construirse para su defensa algunas obras en figura de revellines, como *A*, y se L. 11. llaman lunetas, cuyas caras *gb*, *gf* tienen de 30 á 40 toesas de longitud.

Para delinear una luneta de las de esta especie, se tomarán desde los ángulos entrantes *a*, *e* del antefoso las *ab*, *ef* de 10 á 12 toesas cada una: haciendo centro en los puntos *b*, *f*, se describirán dos arcos con el intervalo de 30 á 40 toesas, y desde el punto *g*, en que se cortan, tírense las *gb*, *gf*, que serán las caras de la luneta, las quales se disminuirán si el ángulo flanqueado *g* fuese menor de 60 grados.

Paralelo á las caras de la luneta se le hace su foso de 8 á 10 toesas de ancho, y el parapeto de 3 toesas de espesor, y 8 ó 9 pies de alto, para que resulte algo mas elevado, que

el del camino cubierto : el declivio superior se dirige á la cresta de la contraescarpa de la luneta, y la banqueta se dispone de suerte, que sobre ella solo queden $4\frac{1}{2}$ pies de altura al parapeto.

La gola de la luneta se hace en figura circular, describiendo el arco *ae* desde el ángulo entrante *h* de la esplanada, con el intervalo *he* : tambien se redondea la parte de la esplanada opuesta á la luneta, describiendo otro arco desde el mismo centro *h*, é intervalo *hi*. Esta obra suele revestirse de tepes, dándole una pequeña berma de 3 á 4 pies de latitud.

113. Al antefoso y lunetas las circuye un antecamino cubierto, el qual se construye, como el de la Plaza, segun expresa la figura.

Ordinariamente se llena de agua el antefoso ; pero de qualquier suerte debe formarse en tal disposicion que ganado por el enemigo, no pueda servirle para establecerse en él

con

con seguridad : á cuyo efecto se continúa el declivio de la esplanada hasta el lado exterior del antefoso , en donde se halla su mayor profundidad.

El antecamino cubierto no debe ser mas elevado que el camino cubierto ; al contrario su terraplen es algunas veces pie y medio ó dos pies mas baxo , en cuyo caso se construyen dos banquetas.

114. Aunque la Plaza no tenga antefoso , suele construirse muchas veces al pie de la esplanada , ó mas adelante cierta especie de lunetas en forma de baluartes , que se llaman reductos , colocándolos indiferentemente frente de los ángulos entrantes y salientes del camino cubierto.

Para delinear uno de estos reductos delante de la Plaza de armas *P*, *L.* 11.
se tirará desde el ángulo entrante *m* de la contraescarpa por el saliente de la Plaza de armas la recta *mn* larga á discrecion : á la distancia de 20, 30 ó 40 toesas de la referida Plaza de armas , segun quiera avanzarse

M 3 mas

mas ó menos el reducto, se señalará en aquella recta el punto *n*; en el qual se levantará una perpendicular, y alargada por una y otra parte se tomarán sobre ella *no*, *np* de 15 á 20 toesas cada una para semigolas del reducto: en los puntos *o*, *p* levántense las perpendiculares *oq*, *pr* de 10 á 12 toesas cada una, que serán los flancos; y haciendo centro en *p*, *r* con el intervalo de 25, 30 ó 35 toesas descríbanse dos arcos, que se cortarán en *s*: tírense las *sq*, *sr*, y se tendrán las caras del reducto.

Esta obra tiene su parapeto de la misma altura y grueso, que el de la luneta ordinaria, y un foso paralelo á las caras, flancos y gola quando puede llenarse de agua; pero si fuese seco, se hará solamente delante de las caras, disponiéndole con pendiente desde los flancos hasta el ángulo flanqueado *s*, en donde tiene su mayor profundidad, que ordinariamente es de 8 ó 9 pies, y de esta forma queda defendido en toda

su

su extension por las alas del camino cubierto.

El reducto *B* puede circuirse con camino cubierto, y esplanada como se manifiesta en el plano.

115. Quando se construyen en los contornos de una Plaza muchos reductos de esta especie, está unida la comunicacion de todos sus caminos cubiertos, y forman de esta suerte un antecamino cubierto, como se vé en Landau, Luxemburgo, y otras Plazas.

116. Los reductos se hacen de tierra ó mampostería, y algunas veces con bóvedas á prueba, como en Luxemburgo; en cuyo caso no pueden destruirse facilmente, sino por medio de las minas, y esta operacion es muy larga y trabajosa.

La comunicacion desde el camino cubierto con las lunetas ó reductos se mantiene por una especie de doble *L.* 11.
camino cubierto, para cuya construccion se tiran dos paralelas á la linea *Tn* distantes de ella 9 pies por uno,

y otro lado, las quales manifiestan el doble parapeto; y su declivio se termina insensiblemente como la esplanada: por ambos lados se pone banqueta y estacada: para que el enemigo no enfile la entrada, se construye el traves *T* de 4 á 5 toesas de longitud, y 3 de grueso con su banqueta en la parte interior, dexando un paso de dos pies entre él y el parapeto. Este traves se llama *tambor*, y quando la comunicacion es larga se construyen otros de distancia en distancia.

En la lámina 11 se representan las comunicaciones para la luneta *A*, y el reducto *B*. Al extremo de la primera se vé un puente á flor de agua para pasar el antefoso. Tambien puede hacerse subterranea la comunicacion de los reductos especialmente quando están muy avanzados en la campaña, pues así se defenderán con mayor firmeza por ser segura la retirada. De esta especie es la comunicacion de los reductos de Luxemburgo.

NO-

NOTAS.

1.ª Las caras de las lunetas *A*, *B* se defienden por las alas del camino cubierto, sobre las quales cae su prolongacion.

2.ª La situacion del reducto *B* es la que le corresponde, para que sus caras queden flanqueadas por las partes *nE*, *tF* del camino cubierto; pues si estuviese mas avanzado no se conseguiria esta ventaja, á la qual debe atenderse para determinar la distancia en que pueden colocarse esta especie de obras.

3.ª Si el ángulo flanqueado de los reductos resultase menor de 60 grados, se corregiria este defecto disminuyendo las caras, ó aumentando de algunas toesas su gola; cuidando siempre de que todas sus partes estén bien defendidas por el camino cubierto.

4.ª Es muy importante el que todas estas obras, y las que se construyen mas avanzadas en la campaña

ña estén situadas de forma que el enemigo no pueda tomarlas por la gola, ó dirigir sus ataques contra la Plaza sin que reciba de ellas graves incomodidades y estorvos, pues de otra suerte serían inútiles, y aun perjudiciales á la defensa (*a*).

Las

(*a*) Con motivo de apuntar aquí las consideraciones, que deben hacerse para colocar estas obras exteriores en la disposicion mas ventajosa, nos ha parecido corregir un error del Señor Marques de Feuquieres. Dice este Autor en el tomo 4.° de la edicion en 12.° de sus Memorias, que en el Sitio de Namur hecho por el Rey año de 1692 se apoderó el Mariscal de Vauban del Castillo, sin haber atacado el Fuerte Coehorn (llamado ordinariamente el Fuerte Guillermo, ó de Orange) construido por el célebre Ingeniero de este nombre, quien habia juzgado ser indispensable ganar primero el referido fuerte para poder tomar el Castillo. Pero en todas las relaciones de este sitio se asegura lo contrario particularmente en la que se imprimió poco despues por orden del Rey, en donde se expresa, que el Fuerte Guillermo fue la obra que resistió

mas

Las lunetas ó reductos que se establecen delante de las Plazas de armas entrantes del camino cubierto no están tan expuestos á los inconvenientes referidos como los que están situados sobre los ángulos salientes; y fuera de esto tienen la ventaja de poder ofender por la espalda al enemigo, quando se aloja en los referidos ángulos salientes, que son

el

mas tiempo á los ataques, habiendo sido largos y penosos los trabajos que se hicieron para rendirla. La misma relacion contiene el pormenor de todo lo que practicaron los sitiadores antes que capitulase aquel Fuerte, y por ella se acredita el grande talento del Señor Coehorn, á quien no es justo se le defraude la gloria de este hecho, como lo pretende el Señor de Feuquieres. El Mariscal de Vauban mereció tambien entonces la mayor celebridad por el método con que dirigió los ataques contra el Fuerte Coehorn; y este mismo Ingeniero que lo defendia, hizo el elogio de su inteligencia, diciéndole, que hubiera aun resistido 15 dias mas el referido Fuerte, si se hubiese atacado segun la forma ordinaria.

el primer objeto de sus ataques ; de suerte que para adelantar los trabajos se vé precisado á apoderarse primero de aquellos reductos.

117. Otra especie de obras á mas de las referidas se construyen tambien delante de los ángulos entrantes y salientes del camino cubierto , las quales se llaman flechas , y consisten
L. 11. en un parapeto de 12 , 15 ó 20 toesas de longitud á una y otra parte de los ángulos salientes de la esplanada , como se representa en *KK* , de 3 toesas de espesor , y 7 ú 8 pies de altura con una ó dos banquetas &c.

La comunicacion del camino cubierto á la *flecha* se hace por la *arista* de la esplanada , como la de las lunetas , y se cubre con el traves *G*.

Si la Plaza no tiene antefoso que pueda servir de foso á la flecha , se le construirá particularmente , haciéndolo paralelo á sus lados de 8 á 10 toesas de ancho , y de 6 á 8 pies de profundidad con declivio hácia el ángulo de la flecha. Esta obra está defen-

fendida por el camino cubierto, sirve como de segunda luneta, y es muy util para incomodar al enemigo en sus trabajos; pero regularmente no se construye hasta que se rezela el sitio.

118. Todas las obras de que hemos hablado pueden considerarse como anexas á las fortificaciones de una Plaza, pues contribuyen á su recíproca defensa. Algunas otras se construyen mas avanzadas en la campaña para cubrir y defender las avenidas, impedir que el enemigo se acerque facilmente y sin riesgo, ocupar terrenos que podrian serle ventajosos, y desde donde se le incomoda en sus trabajos, obligándole á que los empiece á mayor distancia, y que no pueda libertarlos facilmente de la enfilada.

Tambien sirven estas obras para guardar y defender las esclusas que hubiese en las cercanías de la Plaza con el fin de inundar el terreno de sus inmediaciones. Las mas comunes son

son quadrados y revellines, ó baluartes destacados, que ordinariamente se llaman reductos; pero quando su figura es irregular y determinada por la del terreno toman el nombre de *pasteles*; y tambien se hacen en forma de herradura construyendo su frente en linea curva.

Estas obras de ordinario tienen un simple parapeto con su foso; pero si es importante su situacion, se les añade terraplen de 6 á 8 pies de alto, y 3 ó 4 toesas de latitud, sin incluir el grueso del parapeto. Pueden hacerse de tierra, ó mampostería: si son de tierra, regularmente tienen dos estacadas, una orizontal, y otra vertical en la pequeña berma que se hace hácia el medio de su altura. Tambien pueden construirse con camino cubierto.

El punto principal á que debe atenderse en esta especie de obras, es colocarlas de manera, que no puedan servir al enemigo de resguardo contra el fuego de la Plaza, y que los

los defensores tengan segura retirada.

En orden á su construccion no puede ofrecerse dificultad alguna, despues de haber explicado la de las obras precedentes: el lado de los reductos quadrados tendrá 10, 15 ó 20 toesas: la gola de los que se hacen en figura de baluartes 15 ó 18 toesas: las caras 17 ó 20; y los flancos 8 ó 10. Estas medidas pueden aumentarse ó disminuirse segun el uso particular al qual se destina la obra, y segun la Tropa que deba guarnecerla; observando que será suficiente, si por cada 3 pies de longitud en el parapeto se cuenta un Soldado.

Es costumbre relevar cada dia la guardia de los reductos; pero quando esto no puede practicarse por estár muy distantes de la Plaza, se fortifican igualmente todos sus frentes, revistiéndolos de mampostería; y en lo interior se construyen los alojamientos necesarios para la Tro-

pa

pa y Oficiales que deben guarnecerlos. Algunas veces si el terreno lo permite, se hacen almacenes subterraneos para custodiar la pólvora y víveres con seguridad, y una cisterna donde se recogen las aguas que caen sobre la parte superior del reducto llamada *plataforma*.

Esta *plataforma* tiene su parapeto de mampostería, y por todos lados se abren cañoneras y troneras para el fusil. La parte superior de esta especie de reductos suele estár *bolada* con *ladroneras* ó *matacanes* para descubrir el pie del muro, en cuyo caso se llama *reducto con ladroneras*.

En las Plazas donde pueden hacerse inundaciones, se suele cortar en diferentes direcciones el terreno inmediato que estuviese sobre el nivel de las aguas para introducirlas en caso necesario en estas cortaduras, las quales deberán comunicarse á este fin con las esclusas: así se le quitan al enemigo las ventajas que podria

dria sacar apoderándose de aquel parage. Antiguamente se formaron estas cortaduras en Dunkerque sobre un terreno, que habiendo sido pantanoso quedó seco, y podia ser favorable al enemigo para conducir una trinchera contra la Plaza. Véase la descripcion de Dunkerque en el primer tomo de la segunda parte de la Arquitectura Hydráulica.

VI.

De los cuerpos de guardia.

119. A mas de los cuerpos de guardia que se construyen al lado de las puertas de una fortaleza, tambien se hacen en las obras exteriores. En cada revellin ó á lo menos en los que están situados delante de las puertas, habrá uno de 12 toesas de longitud, y 3 de latitud. Asimismo los hay en las Plazas de armas del camino cubierto, y á la entrada de todos los pasos que conducen á la Plaza.

En las obras exteriores de mucha extension, como hornaveques simples y dobles, suelen construirse quarteles de proporcionada capacidad á las Tropas que hubiesen de guarnecerlas, como los que hay en el grande hornaveque doble de Philisburgo &c.

VII.

De las Ciudadelas.

120. Llámase Ciudadela una pequeña fortaleza situada en el recinto de una Plaza, parte dentro de ella, y parte hácia la campaña, con objeto á aumentar la defensa, y contener en la obediencia y respeto á los habitantes.

Las Ciudadelas tienen ordinariamente 4, 5, y á lo mas 6 baluartes, y son casi siempre de figura regular, menos quando están situadas sobre terreno de poca extension, ó de dificil acceso, como la de Besanzon.

La Plaza ha de quedar abierta sin muralla, ni parapeto por parte

de

de la Ciudadela para que esta la domine, y los habitantes no puedan cubrirse contra su fuego ; por cuya razon debe fortificarse la Ciudadela con mas cuidado que la Plaza, pues de otra suerte la atacaría primero el enemigo, y haciéndose dueño de ella, no podria resistir la Plaza ; pero aunque esta se gane es necesario formar nuevo sitio contra la Ciudadela.

Entre la Ciudad y Ciudadela no debe quedar edificio alguno al alcance del fusil : este espacio se llama esplanada, y sirve para que nadie pueda acercarse á la Ciudadela sin ser descubierto.

Las Ciudadelas no se construyen en medio de las Ciudades, porque en caso de tumulto, ó desorden de los habitantes, no podrian ser socorridas. Algunas veces se colocan enteramente fuera de la Plaza, en cuyo caso se unen á ella con algunas lineas, ú otras obras de comunicacion.

La Ciudadela debe situarse en el terreno mas elevado de la Plaza, para

que domine sus fortificaciones, atendiendo tambien á que ni el enemigo, ni los habitantes puedan cortarle el agua.

Para dar idea de su construccion, supóngase que ha de colocarse en la parte del recinto que ocupan los ba-
L. 12. luartes *L*, *E*, *M*, los quales se manifiestan con lineas de puntos. Prolónguese la capital del baluarte *E* por una y otra parte indefinidamente, y señálese en ella el punto *D* mas ó menos avanzado dentro de la Plaza, segun convenga á la situacion de la Ciudadela: por el punto *D* se tirará la perpendicular *AB*, sobre la qual se toman *DA*, *DB* de 90 toesas cada una, y resultará el lado *AB* de 180.

Si la Ciudadela es un pentágono regular, se buscará en la tabla, número 70, el radio correspondiente al lado de 180 toesas, y hallándose de 153, con este intervalo, desde los puntos *A*, *B* se describirán dos arcos, los quales cortándose en *C* de-

determinarán el centro de la Ciudadela ; desde cuyo punto , con el radio *CB* se formará un círculo para inscribir en él el pentágono , el qual se fortificará segun el método dado en la delineacion del recinto de una Plaza , añadiendo las obras exteriores que fueren necesarias. Desde los ángulos flanqueados *F* , *I* de los baluartes *L* , *M* , se tirarán las lineas *FA*, *IB* , que unen el camino cubierto de la Ciudadela con el recinto de la Plaza.

Si conviniese introducir en la Plaza un baluarte de la Ciudadela se situaría su ángulo flanqueado sobre la linea *CD* en un punto como *D* , y tomando *DC* igual á la longitud del radio del pentágono , cuyo lado es de 180 toesas , se formaría un círculo en el qual inscribiendo el pentágono desde el punto *D* , se fortificaría segun las reglas dadas.

En lo interior de la Ciudadela se construyen los edificios necesarios , como quarteles , arsenal , Iglesia y alojamiento para el estado mayor , dexan-

do en medio una Plaza de armas de 30 ó 35 toesas de lado, y figura quadrada ó semejante á la del polígono.

La anchura de las calles será de 6 á 8 toesas, y se dirigen desde los ángulos de la Plaza de armas hácia el centro de los baluartes. Los quarteles se sitúan delante de las cortinas á 5 ó 6 toesas de la linea que termina el declivio interior del terraplen, al qual ningun otro edificio debe acercarse mas.

Las Ciudadelas no han de tener sino dos puertas, una para comunicarse con la Plaza, y otra con la campaña, la qual se llama puerta del socorro. Delante de ellas se construyen puentes como los de la Plaza &c.

El modo de unir la Ciudadela con la Plaza es relativo á la disposicion de una y otra fortaleza, pero nunca debe dexarse en la Plaza flanco alguno, ni otra obra que se oponga á la Ciudadela (*a*).

Se

(*a*) Aunque esta regla sea muy esencial y

Se llaman lineas de comunicacion las que se construyen para unir el recinto de la Plaza con la Ciudadela, como *FA*, *IB*: estas lineas pueden dirigirse sobre las capitales de los baluartes, revellines, ó sobre la mitad de las cortinas de la Ciudadela, cuya disposicion es la mejor.

Las lineas de comunicacion no tienen terraplen hasta la distancia de 40 ó 50 toesas del camino cubierto de la ciudadela, en cuyo espacio se hace un muro de mampostería de 4 á 5 pies de grueso, y de la misma altura que el de la Plaza, sobre el qual se construye un camino de 5 pies de ancho, y un parapeto atronerado contra la campaña de dos pies de grueso, y 6 de alto.

N 4 Quan-

y conforme á los mejores principios de fortificacion, no se observó exâctamente en Tournay; incurriendo en el grave defecto de situar el hornaveque de la puerta de S. Martin en tal disposicion que desde su ala izquierda podia batirse directamente un frente de la Ciudadela.

121. Quando las Ciudades son grandes y populosas á mas de la Ciudadela suele construirse un reducto en la parte opuesta del recinto principal, el qual ordinariamente consiste en un baluarte, cuya gola se fortifica por un pequeño frente contra la Plaza con su foso y esplanada.

Este reducto debe estár bien defendido por parte de la campaña, pues si el enemigo lo ganase, rendiría facilmente la Plaza, en la qual no hay defensa contra esta obra.

Las Plazas de Lila y Strasburgo tienen reductos de esta especie con los edificios necesarios para el alojamiento y subsistencia de la Tropa que ha de guarnecerlos.

Quando por la poca consideracion de la Plaza no es necesaria la Ciudadela, se construye un reducto con el mismo objeto, como se ha practicado en Landau.

122. Si hubiese esclusas para inundar el terreno por donde el enemigo puede dirigir sus trincheras, y estuvie-

viesen muy distantes de la Plaza para ser protegidas de su fuego, se defenderán con pequeños fuertes de 4 á 5 baluartes, fortificándolos cuidadosamente, á fin de que el enemigo no se haga dueño de ellos antes que de la Plaza. Tal es el Fuerte de Scarpe en Dovay; el de S. Francisco en Ayre &c.

Siendo el objeto de esta obra dár alguna idea de todo lo perteneciente á fortificaciones, se hablará ahora brevemente de los castillos que se encuentran en muchas Ciudades, y sus contornos.

Llámase *castillo* en términos de fortificacion, un lugar que ordinariamente está elevado de poca extension, fortificado á la antigua con torreones, y algunas veces con pequeños baluartes.

Quando los castillos eran capaces, servian de Ciudadelas, construyéndolos cerca de las Ciudades, y tambien en lo interior de ellas, como se reconoce por los que se con-

conservan en algunas partes.

Dentro de los castillos solia construirse regularmente un pequeño fuerte ó torreon, llamado el *Donjon*, y servia de retirada á los defensores para hacer desde allí el último esfuerzo ó poder capitular, si se veían en la precision de abandonarlo al enemigo. La bastilla de París ofrece la idea de los castillos antiguos.

Algunas fortalezas ó Ciudadelas nuevamente construidas conservan en su interior estos castillos, pues aunque por sí solos sean susceptibles de poca defensa, pueden servir de excelentes atrincheramientos al nuevo recinto. Para su figura no tienen regla determinada: ordinariamente siguen la del terreno sobre que se establecieron.

VIII.

De las contraminas.

123. Las contraminas son unas galerías subterraneas paralelas á las ca-

caras y flancos de los baluartes, las quales se construyen al mismo tiempo que la Plaza. Tambien se hacen contraminas delante de las caras de las obras exteriores, y debaxo del camino cubierto, desde donde se sacan hácia la esplanada otras galerías que llaman *ramales*. Los reductos como *B* suelen estár contraminados, y *L.* 11.
tambien su camino cubierto.

Las contraminas de la Plaza están al nivel del foso, y tienen 6 pies de alto sobre $4\frac{1}{2}$ de ancho. Para su entrada se construyen ordinariamente escaleras en la gola de los baluartes. La altura de los ramales es de 4 pies, y su ancho de $2\frac{1}{2}$. Quando el foso es seco, se hacen pasar por debaxo de él algunas galerías para la comunicacion de las contraminas de la Plaza con las del camino cubierto; y todas estas obras son de mampostería.

Desde la galería del baluarte salen algunos ramales hasta su revestimiento; y en la extremidad de los que se conducen desde la del camino

no cubierto (*a*) hasta la esplanada se construyen cámaras competentes, que se llaman *hornillos*, para poner la pólvora necesaria, y hacer saltar el terreno superior.

El objeto de las contraminas es facilitar medios para encontrar al minador enemigo, é impedir la continuacion de su obra. Un hombre solo es capaz de abrir una brecha considerable en la Plaza á favor de las minas; y así deben tomarse todas las precauciones necesarias para inutilizar el efecto de este género de ataques tan peligrosos.

Los ramales que salen desde el camino cubierto hácia la campaña son muy provechosos en tiempo de sitio, porque haciendo saltar las trinche-

(*a*) La galería principal de donde se sacan estos ramales, debe hacerse siempre debaxo del camino cubierto hácia su mitad, para que pueda defenderse con mayor ventaja; lo que no se logra tan facilmente construyéndola debaxo de la esplanada como en la Ciudadela de Tournay.

cheras y baterías del enemigo, le imponen mucho temor y circunspeccion en la conduccion de sus trabajos, ocasionándole pérdida considerable de tiempo y gente, antes que pueda acercarse al camino cubierto.

Las Plazas contraminadas son capaces de mas vigorosa resistencia que las que no lo están. Contra este género de fortificaciones subterraneas nada aprovechan las superiores fuerzas del enemigo. El trabajo bien dirigido de un pequeño número de hombres es bastante para fatigar su constancia, y tal vez obligarle á abandonar la empresa (*a*).

Las

(*a*) Segun el sistema actual de la guerra se emplea tanta artillería en los sitios que las murallas y parapetos mas sólidos quedan arruinados en muy poco tiempo. Las obras exteriores solo sirven para dilatar algunos dias la conquista de la Plaza; pero esta pequeña ventaja se compra á buen precio, pues fuera de las grandes sumas, que cuesta su construccion, es menester un exército para guarnecer la Plaza, y disputar el terreno al enemigo,

lo

Las galerías principales de las contraminas son las que se construyen con la misma Plaza ; y á fin de que el nemigo no se haga dueño de ellas , quando ha logrado facilitarse la entrada , se colocan puertas gruesas atroneradas de distancia en dis-

tan-

lo que ocasiona considerable consumo de toda especie de municiones ; y si no estuviese provista con abundancia , es preciso rendirla , aun quedando enteras sus principales obras. El objeto de la fortificacion es que pocas Tropas encerradas en una Plaza se hallen en estado de resistir á los ataques de mucho mayor número , y así no se atiende al fin principal del arte quando se construyen fortalezas de tanta extension , que se necesiten exércitos para su regular defensa. La ciencia de las minas corresponde perfectamente al referido objeto ; pues una Plaza cuyo terreno inmediato sea favorable á las contraminas , con guarnicion suficiente para cubrir los puestos , y rechazar un golpe de mano , y 60 ú 80 minadores , que sepan dirigir sus trabajos con acierto , podrá mantenerse largo tiempo contra los ataques del mas porfiado enemigo.

tancia por toda su longitud para defenderlas paso á paso.

Tambien se hacen pequeñas Plazas de armas quadradas de 6 pies de lado en los ángulos que forman los retornos de las galerías para que los minadores puedan atrincherarse, é impedir que el enemigo se apodere de las contraminas. En medio de estas Plazas se construye ordinariamente un pozo para recoger las aguas que penetrasen en las galerías.

En tiempo de sitio se hacen salir desde el camino cubierto hácia diferentes puntos de la esplanada pequeños ramales á 6 ú 8 pies de profundidad, y en su extremo se colocan hornillos, á que se dá el nombre de fogatas, capaces de contener 12 ó 20 libras de pólvora.

IX.

Perfiles de las obras exteriores.

124. La construccion de los perfiles de las obras exteriores es muy se-

semejante á la que se explicó (número 98) para el del cuerpo de la Plaza, distinguiéndose solamente en que el terraplen de aquellas obras es mas estrecho, y de menos elevacion, pues las dimensiones del parapeto, y camino cubierto son siempre las mismas. Sin embargo, para que se tenga mas clara idea de la construccion de las diferentes obras exteriores, se ponen algunos perfiles, notando en ellos las medidas de todas sus partes.

Supóngase que la cortina, tenazon, revellin, y camino cubierto de uno de los frentes de la Ciudadela *C*, (lámina 12) están cortados por un plano vertical segun la linea *ade*, cuyas partes *ad*, *de* se consideran en una misma direccion. Este perfil está representado en las figuras 1.ª y 2.ª (lámina 13.), y hace vér todas las alturas, gruesos, y latitudes de las obras por donde pasa, las quales se distinguirán con la explicacion siguiente.

AB linea del nivel de la campaña,

ña, la qual expresa lo mismo en todos los perfiles de esta lámina.

C perfil del terraplen, parapeto y cortina.

D foso entre el recinto de la Plaza, y el tenazon.

E tenazon.

F foso principal entre el tenazon, y la gola del revellin.

G parte de terreno de la mitad del revellin en la 1ª, y 2ª figura consideradas en la misma direccion.

H perfil del terraplen y parapeto de la cara del revellin.

I foso del revellin.

L camino cubierto.

N esplanada.

En la figura 3.ª se representa el perfil de un terraplen revestido de tepes (*a*), cuyo declivio ordinaria-

O men-

(*a*) Los tepes ó céspedes son unos pedazos de la corteza de la tierra, que se cria con hierba en los prados ú otros parages húmedos, cuya longitud es de 15 ó 18 pulgadas, su ancho de 6, y la misma altura, la qual se disminuye desde el un extre-

mente es igual á las dos terceras partes de su altura.

a estacada en lo alto del terraplen.

bc berma en medio de la qual se pone otra estacada *d*.

e porcion del foso.

La figura 4.ª es el perfil de un terraplen revestido desde el fondo del foso hasta la mitad de su altura (*a*), ó nivel de la campaña, como

mo

tremo al otro ; de suerte , que la figura que forma el perfil del tepe cortado por su longitud , es un triángulo. Sirven los tepes para revestir con ellos en lugar de mampostería el lado exterior del terraplen.

(*a*) Los terraplenes revestidos de mampostería y tepes son de menor gasto que los que están con mampostería solamente, y reunen las ventajas de ambas especies de revestimiento.

El de tepes cuesta poco , se construye con prontitud , y es muy dificil abrir brecha en él , por el poco efecto de la bala , que se introduce en la tierra sin causar ruina ; pero necesita repararse continuamente , y su mucho declivio facilita

la

mo lo están los baluartes destacados del nuevo Brisac, de que hablaremos luego.

ab berma de 10 pies de latitud.

c

la escalada, por cuyo motivo es indispensable la estacada volante.

El revestimiento de piedra es de mucha mayor duracion; pero en tiempo de sitio hace en él considerable estrago la artillería con riesgo de los defensores por las piedras que saltan: la brecha se forma en poco tiempo, batiendo los enemigos al muro tan baxo como pueden, para que caiga de golpe la parte superior, cuyas ruinas facilitan la subida.

Algunas veces se revisten tambien los terraplenes con ladrillo; lo que es muy ventajoso, pues se conservan largo tiempo, y las balas no hacen mas efecto que en los de tepes.

No siempre depende del mero arbitrio del Ingeniero, ni aun de las facultades del Príncipe, como dice el Caballero de S. Julian, la eleccion de la especie del revestimiento con que quiere construirse el terraplen, pues la necesidad obliga á emplear aquellos materiales que se encuentran en las cercanías de las Plazas, y que pueden prepararse sin crecidos gas-

c estacada que corre por toda la longitud de la berma.

d zarzas ó arbustos de 6 pies de altura, y 3 de grueso delante de la estacada.

La figura 5.ª manifiesta el perfil de

tos. En Francia hay muchas Ciudades que carecen de ladrillos y tepes; y en Holanda sería muy costoso edificar con piedras, porque no se hallan en aquel Pais.

Como el parapeto es la parte mas expuesta á las baterías del enemigo, su revestimiento, si le tiene, ordinariamente se hace de ladrillos, pues el de piedra puede causar mucho daño á los defensores, como queda prevenido.

De todo lo dicho se infiere, que el terraplen revestido de mampostería y tepes participa de las ventajas de los otros, pues el cañon solo puede batir á la parte superior, que es la construida con tepes; la qual estando sostenida por la inferior, cuyo revestimiento es de mampostería desde el fondo del foso hasta el nivel de la campaña tiene menos empuge, puede durar mas tiempo, y no se necesita de tanto declivio para la seguridad del terraplen.

de un reducto ó luneta como *B* (lámina 11.), cuyo parapeto está revestido de tepes, como se ha explicado en la nota página 209.

En la figura 6.ª se representa el perfil de la caponera de la lámina 11, cortado por su latitud. La linea *AB* expresa el nivel del fondo del foso.

NOTA.

En cada una de estas figuras se manifiesta por la letra *R* el perfil de uno de los contrafuertes que ordinariamente se construyen detrás de los revestimientos para su apoyo y seguridad.

Fin de la Parte segunda.

ELEMENTOS DE *FORTIFICACION.*

TERCERA PARTE.

De los sistemas de fortificacion.

125. EL conocimiento de los diferentes sistemas de fortificacion casi no puede conducir á otro objeto, que al de instruirse sobre la historia de los progresos de este arte , pues todas las invenciones útiles de los antiguos han sido adaptadas y conservadas por los modernos.

Así para la práctica ordinaria basta entender bien los sistemas que tienen mas uso en el dia ; y como la mayor parte de nuestras Plazas han

han sido fortificadas por el Mariscal de Vauban, es importante el conocer los métodos que este ilustre Ingeniero ha practicado en su construccion.

Habiendo yá explicado en el principio de esta obra su primer sistema, añadiremos la explicacion de los que siguió en Betfort, Landau, y nuevo Brisac, despues de haber dado una breve noticia de los que inventaron los Ingenieros mas famosos que le precedieron, para que con su exâmen y comparacion conozca el lector las mudanzas y correcciones que hizo en ellos el Mariscal de Vauban. El que quisiere enterarse de los demás sistemas que omitimos por no abultar demasiado esta obra; podrá consultar el tomo 2.º de los Trabajos de Marte por Alano Manesson Mallet; la Fortificacion de Ozanam; el Perfecto Ingeniero Frances de Deidier; el artículo *fortificacion* en la Enciclopedia &c.

Al Mariscal de Vauban se le ha

hecho Autor de muchos libros de fortificacion, sin embargo de no haber escrito cosa alguna sobre esta materia. Los que han publicado sus métodos de construccion, han tenido precision de estudiarlos en las mismas obras que dirigió, sacando de ellas los principios y reglas que observó mas generalmente, y que caracterizan sus diferentes sistemas; pues ni él, ni los demás Ingenieros siguieron siempre unas mismas reglas, siendo preciso las variasen segun la situacion de las Plazas, su magnitud, circunstancias y naturaleza del terreno, conservando solamente cada uno en su construccion aquellas combinaciones particulares que le parecian mas conformes á las máxîmas esenciales de fortificacion; y de esta diversidad de combinaciones han nacido los diferentes sistemas en el arte de fortificar.

Las ventajas de estos sistemas, á mas de las que respectivamente deben considerárseles por el mayor aumen-

mento del fuego de la Plaza, y mejor disposicion de las obras para ponerlas á cubierto de las baterías de rebote (*a*), pueden tambien consistir; 1.º en la facilidad de trazarlos sobre el papel, y terreno.

2.º En aplicarlos igualmente á las fortificaciones regulares é irregulares.

3.º En que su construccion no exîja considerables gastos.

4.º En que para defender las fortalezas no sea necesaria una guarnicion muy numerosa, y que el enemi-

(*a*) Se dá este nombre á las baterías, cuyos cañones se disparan con corta cantidad de pólvora, para que la bala dando saltos y rebotes, destruya quanto encuentre en toda la longitud de las obras enfiladas, sin permitir sosiego alguno á los defensores. Esta invencion se debe al Mariscal de Vauban, quien hizo uso de ella la primera vez en el sitio de Philisburgo año de 1688, y no en el de Ath año de 1697, como se cree comunmente. Véase la coleccion de cartas escritas para la historia militar de Luis XIV.

migo experimente muchas dificultades para arruinar las obras.

5.º En que el cañon no quede muy expuesto á las baterías de los sitiadores, y que pueda conservarse su manejo libre hasta el fin del sitio.

6.º Y finalmente en que las comunicaciones de las obras sean seguras, y cómodas, sin que el enemigo pueda destruirlas facilmente, ni impedir su uso.

Tales son los principales objetos á que deben atender los inventores de nuevos sistemas de fortificacion; y aunque es dificil reunir en uno todas estas ventajas, importaría mucho buscar algun medio para mejorar nuestras fortificaciones actuales, disponiéndolas de suerte que pudiesen contrapesar con su defensa la superioridad que ha adquirido el ataque despues que se ha perfeccionado el uso de la artillería.

I.

Sistema de Errard de Bar-le-duc.

Empezaremos la descripcion de estos sistemas por el de Errard de Bar-le-duc Ingeniero del Rey Enrique IV, que fue el primero entre los modernos Franceses (*a*), que escribió un tratado completo de fortificacion. Se dice que la Ciudadela de Amiens, y algunas otras obras del Castillo de Sedan están construidas segun su método.

126. *Construccion del sistema de Errard.*

Sea *AB* lado de un exâgono, cuyo centro es *O*: tírense los radios mayores *OA*, *OB*, y las rectas *AC*, *BD* formando con estos radios los ángulos *OAC*, *OBD* de 45 grados cada uno: divídase qualquiera de estos ángulos, como *OAC* en dos partes igua- *L. 14. Fig. 1.*

(*a*) Véase la última nota del número 52.

iguales por la recta *AD*, que terminará á la linea de defensa *BD* en el punto *D*: hágase *AC* igual *BD*, y tírese *CD*, que será la cortina: desde los puntos *D*, *C* báxense sobre las lineas de defensa las perpendiculares *DE*, *CF* para flancos de los baluartes; y haciendo las mismas operaciones en los otros lados, quedará fortificado el exâgono segun este método.

Como por la construccion referida no se determina linea alguna, puede suponerse la de defensa *BD* de 120 toesas, y formando con ella una escala, se conocerán por este medio las demás partes.

Errard toma para escala en cada uno de sus polígonos, la longitud del flanco, que en el exâgono es de 16 toesas; en el eptágono de 19; y en el octágono de 21. Pero mejor es evitar estas suposiciones particulares, determinando la linea de defensa de 120 toesas para que sirva de escala comun á todos los polígonos.

La

La delineacion del foso se hace tirando paralelas á las caras *BF*, *AE* á distancia igual á la longitud del flanco. El camino cubierto se construye en la forma que se dixo número 81.

El principal defecto de este sistema consiste en la pequeñéz y mala disposicion de los flancos, los quales aunque verdaderamente están bien cubiertos, pero no pueden defender sino muy oblicuamente el foso y caras de los baluartes opuestos; por cuyo motivo los Ingenieros posteriores hacen recto el ángulo del flanco con la cortina, como se verá en el sistema siguiente (*a*).

Er-

(*a*) ,, El defecto que tiene la construc-
,, cion de Errard, dice el Caballero de
,, Ville es, que en las figuras de muchos
,, lados resultan extremamente grandes
,, las golas y caras de los baluartes, las
,, cortinas muy cortas, y los flancos no
,, crecen á proporcion de las golas; de
,, todo lo qual se siguen graves inconve-
,, nientes en la fortificacion; pues siendo
,,la

Errard construía tambien orejones, dándoles para base las dos terceras partes del flanco.

II.

127. *Sistema de Marolois, llamado comunmente el de los Holandeses.*

Marolois ha sido muy celebrado por los Holandeses. Los flancos de su sistema son siempre perpendiculares á las cortinas: hace fixantes las lineas de defensa, y al rededor del recinto construye una falsabraga.

L. 14. Fig. 2. Para fortificar el exâgono segun su método, se tirará la indefinida *AB*, sobre la qual fórmese el ángulo *BAO* igual á la mitad del de la circunferencia del exâgono, esto es de

,, la cara la parte mas debil, y el ob-
,, jeto principal de los ataques del enemi-
,, go, aumentándola excesivamente, po-
,, drá abrir en ella mayor brecha: dismi-
,, nuyendo la cortina, tambien se acorta
,, la parte mejor defendida del recinto, y
,, que nunca es atacada, &c.

de 60 grados, y el ángulo *BAD* de 20 grados (*a*): tómese *AE* de 48 toesas, y se tendrá la cara de un baluarte: desde el punto *E* báxese sobre *AB* la perpendicular *EN*: hágase *NI* de 64 toesas (*b*), que será la longitud de la cortina, y tomando *IB* igual *AN*, se levantará la perpendicular *IL* igual *NE*, y se tirará *LB*, que será cara del otro baluarte. En el punto *B* fórmese el ángulo *ABO* de 60 grados; y en *E*, sobre *NE* prolongada el ángulo *GEF* de 55: por el punto *F* tírese *FM* paralela al lado *AB*: prolónguense las perpendiculares *NE*, *IL* hasta la linea *FM*, y se tendrán los flancos *EG*, *IH*, siendo *HG* la cortina.

Los otros frentes se fortificarán ba-

(*a*) Marolois hace el ángulo flanqueado en el quadrado de 60 grados; en el pentágono de 72; en el exâgono de 80; en el eptágono de 85; en el octágono, y demás polígonos de 90 grados.

(*b*) Si no se construyesen falsasbragas, se haría la cortina de 72 toesas.

baxo las mismas reglas ; ó mas facilmente sirviéndose de todas las medidas determinadas sobre el lado *AB*; pero primeramente se describirá un círculo con el centro *O* , y radio *OA* para inscribir en él el exâgono.

El parapeto se hace de 20 pies; y á igual distancia de su lado exterior se le tirará una paralela en el foso para determinar el extremo del terraplen de la falsabraga , la qual tambien tendrá su parapeto del mismo grueso. Para delinear el foso , se tiran paralelas á las caras de los baluartes á 25 toesas de distancia &c.

NOTAS.

1.ª Los flancos de este sistema están en disposicion mas ventajosa, que los del precedente ; pero tampoco proporcionan defensa bastante directa al foso , y cara opuestos.

2.ª Ozanam dice , que el sistema de Marolois puede trazarse con facilidad sobre un terreno cuya situacion y naturaleza no permitiese la des-

descripcion de un polígono regular por medio de círculo ; pero esta ventaja es comun á todos los métodos de construccion , en que se determina la magnitud del lado exterior é interior.

3.ª Marolois , Fritach , Dogen y otros muchos Autores , cuyos sistemas han adoptado los Holandeses , ponian falsabragas en sus fortalezas.

La principal ventaja que creían sacar de la construccion de estas obras , era doblar el fuego de la Plaza , y poder defender el foso y camino cubierto por tiros mas rasantes que los del recinto ; á cuyo efecto, solo elevaban el terraplen de la falsabraga hasta el nivel de campaña; pero yá hemos observado , quando se habló del tenazon , que apoderándose el enemigo del camino cubierto, podia enfilar facilmente la parte de la falsabraga que estaba delante de las caras de los baluartes , y desalojar de allí á los defensores obligándoles á retirarse hácia la otra parte

correspondiente á los flancos y cortina, en la qual quedaban todavía expuestos al estrago de las bombas, y á ser incomodados, si el revestimiento del recinto era de piedra, por los pedazos que hacía saltar el cañon enemigo. A estos inconvenientes puede añadirse, que la poca altura de la falsabraga facilitaba la desercion y sorpresa por escalada, siendo el foso seco; y en el de agua habia los mismos riesgos quando se helaba; de suerte, que el Gobernador estaba precisado á tener empleada casi toda la Tropa para oponerse á las invasiones repentinas del enemigo.

Por estas consideraciones han determinado los Ingenieros modernos no emplear las falsabragas en las fortalezas, substituyendo en su lugar los tenazones, cuyas obras pueden ser muy útiles, como no estén expuestas á la enfilada.

4.ª Tambien admite Marolois casamatas para aumentar la fuerza del flanco, y conservar muchas piezas

de

de cañon á cubierto de las baterías enemigas ; pero debiendo tratar en los sistemas siguientes de las ventajas , é inconvenientes de las lineas de defensa *fixantes* de que se sirve este Autor , allí expondremos los principales objetos de las casamatas , que la mayor parte de los Autores antiguos añaden á sus construcciones.

III.

128. *Sistema del Caballero de Ville.*

Este habil Ingeniero vivia en tiempo de Luis XIII : era teórico y práctico : todo lo que dexó escrito fue fruto de sus experiencias y observaciones , ó de las de su hermano. Tiene por máxîma característica el hacer siempre recto el ángulo flanqueado , y la semigola del baluarte igual al flanco , ó á la sexta parte del lado interior , sobre el qual empieza su construccion , haciendo tambien recto el ángulo del flanco

con la cortina, y fixantes las lineas de defensa. Este método solo es adaptable al exâgono y polígonos de mayor número de lados, pues los otros tienen muy pequeños los ángulos de la circunferencia para que pueda resultar recto el flanqueado.

Sea la recta *AB* lado del exâgono que ha de fortificarse segun el sistema de Ville: hágase cada semigola *AC* y *BD* igual á la sexta parte del referido lado: en los puntos *C*, *D* levántense los flancos *CL*, *DH* perpendiculares á la cortina *CD*, é iguales á las semigolas, y tírense los radios *OA*, *OB*, alargándolos á discrecion: desde el punto *L* báxese *LQ* perpendicular al radio *OA* prolongado: hágase *QM* igual *QL*, y tírese *LM*, que será la cara del medio baluarte *CLM*. De la misma suerte se determinará la otra cara *HN*; y continuando la operacion baxo estas reglas sobre los demás lados del polígono, quedará delineado todo el recinto, en el qual son rectos los án-

ángulos del flanco, y flanqueados.

La escala de que se sirve de Ville es el lado interior *AB*, dándole 120 toesas de longitud, en cuyo supuesto las semigolas y flancos serán de 20 toesas cada uno: á esta distancia se tiran paralelas á las caras de los baluartes para trazar el foso.

Si ha de construirse orejon se dividirá el flanco *DH* en tres partes iguales; y siendo *DG* una de ellas, tírese desde el punto *G* al vértice *M* del ángulo flanqueado opuesto, la recta *GM*, sobre la qual se tomará *GK* igual *GD*: prolónguese la cara *NH* hasta que encuentre *MG* en un punto *R*: hágase *RI* igual *RK*, y tírese *KI*, que será la base del orejon, el qual se formará segun el método enseñado en la construccion del flanco curvo. Si la figura del orejon no es circular, terminándose por la linea recta *IK*, se llamará espalda.

A mas del orejon construía de Ville una Plaza alta en su flanco, á

cuyo fin elevaba muy poco sobre el nivél de campaña la parte *DG*; y tomando *GF* de 7 toesas en la prolongacion de *KG*, tiraba á *DG* la paralela *EF*, que será la Plaza alta, ó segundo flanco, y *GD* la casamata ó Plaza baxa.

NOTA.

El sistema del Caballero de Ville tiene en los flancos el mismo defecto que el de Marolois; pues haciéndolos perpendiculares á la cortina, no puede defender directamente la cara y foso del baluarte opuesto.

Tambien son de poca extension así las semigolas como los flancos; y formando el orejon segun su método solo pueden acomodarse 6 ó 7 piezas de cañon en las dos Plazas alta y baxa, cuyo número no es suficiente para defender bien el paso del foso. El reves del orejon dirigido al ángulo flanqueado del baluarte opuesto, mejora mucho su disposicion sobre la que le daban los Autores que precedie-

dieron á de Ville, haciéndolo paralelo á la cortina, pues de esta suerte era inutil á la defensa de la brecha el cañon mas vecino á la espalda; pero en la construccion de de Ville puede descubrir bien la cara del baluarte opuesto, y parte de su foso dexar de ocultarlo enteramente al enemigo. El señor Pagan y Vauban adoptaron despues el mismo método en la direccion del reves del orejon.

Dicho Caballero prefiere en su fortificacion las lineas de defensa fixantes á las rasantes, esto es, dispone las caras de sus baluartes de suerte, que prolongándolas, encuentren á la cortina en un punto como *h*, para que puedan ser defendidas por el fuego del segundo flanco *hD*, que juzga muy provechoso á las fortalezas. Pero como la mayor parte de los Ingenieros modernos han sido de contrario dictamen, exâminaremos las ventajas y defectos de los segundos flancos, á fin de que el lector conozca los fun-

damentos que ha habido para admitirlos ó reprobarlos.

IV.

129. *Exâmen de las lineas de defensa, fixantes y rasantes.*

Lam. 2. *Fig.* 2. Se ha notado yá, que quando la prolongacion de la cara *CD* de un baluarte *X* encuentra en qualquier punto *G* la cortina *EF*, la linea de defensa *CG* es fixante, porque el soldado puesto en el ángulo del flanco *F* puede fixar la bala en la cara *CD*. Tambien queda advertido, que la parte *GF* de la cortina comprehendida entre el flanco, y el punto *G* se llama fuego de la cortina, ó segundo flanco, porque desde él se descubre el foso y cara del baluarte opuesto *X*.

Quando la linea de defensa es rasante, ó la cara *CD* prolongada se termina en el ángulo *F* del flanco, no hay parte en la cortina desde donde pueda descubrirse esta cara,

y

y así tampoco habrá segundo flanco. Trátese de exâminar quál de estas dos disposiciones es mas ventajosa á la defensa de la Plaza.

El Caballero de Ville prefiere la 1.ª como se ha insinuado fundándose en que quanto mas fuego pueda sacarse de la cortina, quedando las semigolas, flancos y ángulo flanqueado de una magnitud razonable, mejor se defenderán las caras. Para conocer la solidéz de las razones que trahe este Autor en su excelente tratado de fortificacion, es preciso exponer menudamente las ventajas particulares é inconvenientes, que pueden resultar de los segundos flancos.

Las ventajas son, 1.º defender las caras de los baluartes por lineas mas cortas que las del flanco ordinario. 2.º inclinarlas mas hácia la Plaza, y proporcionarlas de esta suerte á que se descubran mejor desde los primeros flancos. 3.º causar el mismo efecto en los ángulos de la espalda, y aumentar la defensa del foso

so y caras con 15, 20, 25, y aun 50 toesas mas de fuego, que en las fortalezas, donde son rasantes las lineas de defensa, como dice el Caballero de Ville.

Los defectos de los segundos flancos consisten, 1.º en que su defensa oblicua, no puede producir ventaja alguna á la Plaza, pues el soldado tira maquinalmente sobre los objetos que se le presentan sin tomar la posicion necesaria para la mejor direccion y efecto de sus tiros. Por esta razon dice el señor Blondel en su nuevo método de fortificar, que habia visto pocos heridos por el fuego de semejante defensa.

2º. En que sin aumentarse la longitud del flanco principal, ni la de la cortina obliga el segundo flanco á hacer mas agudo el ángulo flanqueado, y á avanzarlo mas hácia la campaña, quedando de poca resistencia, si el ángulo del polígono no es mucho mayor que un recto.

3.º En que el foso de la cortina re-

resulta mas ancho, aumentándose así el gasto de su construccion; y si para precaver este inconveniente se hiciese el foso paralelo á las caras, no descubriría el flanco principal toda su latitud, lo qual es un defecto considerable en la fortificacion.

4.° En que tampoco pueden construirse cañoneras en el segundo flanco para defender bien el fondo del foso, pues debiendo darles direccion muy obliqua, quedarían de corta resistencia.

5.° En que la extension del fuego del segundo flanco no debe contarse por la de la parte *GF* de la cortina, comprehendida entre el ángulo del flanco *F*, y el punto *G*, sino por la perpendicular *FI* tirada desde *F* sobre la prolongacion de *CG*; porque es evidente que en el segundo flanco *GF* no puede acomodarse mayor número de soldados para hacer fuego contra la cara *CD*, que en la perpendicular *IF*; y por consiguiente este fuego es poco considera- *Lam.* 2. *Fig.* 2.

ra-

rable , y no equivale al que resultaría en el flanco *ED* de la parte *KD*, que es la que se quita para que haya segundo flanco.

6.º Tambien se ha objetado contra los segundos flancos el inconveniente de que disminuyen la extension de las fortalezas , lo qual se manifiesta considerando , que si despues de haber determinado la posicion de las caras , cortinas y flancos principales con lineas de defensa rasantes , se quieren formar segundos flancos, es menester hacer menores los ángulos flanqueados retirando hácia la Plaza los frentes de la fortificacion.

Tales son los principales inconvenientes que se alegan contra los segundos flancos ; pero puede responderse:

1.º Que aunque la defensa del segundo flanco es obliqua , sin embargo , siempre será mayor su fuego que el de la parte *KD* , porque esta es mas pequeña que la perpendicular *IF*,

IF, como puede demostarse facilmente: que el Mariscal de Vauban, no ha tenido por inutil la defensa obliqua, quando sus tenazones simples, que son reconocidos generalmente como muy útiles, no pueden defender sino obliquamente la parte del foso correspondientes á las caras de los baluartes: y si el señor Blondel desaprueba el fuego del segundo flanco, „ es (segun dice) porque el
„ soldado, aunque esté lleno de con-
„ fianza, nunca podrá dirigirlo con
„ acierto por las troneras que se for-
„ man con cestillos, ó sacos de tierra,
„ puestos sobre la cresta del parape-
„ to, como se acostumbra, á menos
„ que no quedasen mayores que lo
„ regular aquellas aberturas, lo que
„ no aconsejaría. „ Pero sin embargo, este Autor conviene en que hay medio para hacer mas util el fuego de los segundos flancos; de que se infiere, que en el caso de poderse proporcionar esta ventaja sin inconveniente, no la juzga despreciable.

2.º

2.º Que la diminucion del ángulo flanqueado solo puede ser perjudicial quando queda menor de 60 grados, y que es indiferente hacerlo mayor que de 90, pues en este estado tiene toda la solidéz necesaria para resistir al cañon, no siendo tampoco defectuosos los de 75, y 80 grados.

Siguiendo este principio el Caballero de Ville (*a*) „hace recto el ángulo flanqueado en el exâgono, y „en los demás polígonos de mayor „número de lados, aunque el baluarte esté construido sobre una línea recta; de suerte, que segun „las máxîmas de este Autor, las „ventajas de las fortalezas, que tienen mas frentes, no dependen de que „los ángulos flanqueados sean muy „abiertos, sino es del mayor fuego „que sale de las cortinas para la de-„fen-

(*a*) Nuevo método de fortificar Plazas sacado de los que han practicado el Caballero de Ville, el señor Pagan, y el Mariscal de Vauban.

„ fensa de las caras, por cuya razon „ las fortificaciones con lineas de de- „ fensa fixantes son mejores que con „ rasantes.

3.° Que la mayor anchura del foso en frente de la cortina ocasionada por el segundo flanco, no parece objeto de consideracion, yá porque siendo corto el aumento, tambien lo será el gasto, y yá tambien porque la tierra que se saca puede emplearse utilmente en la construccion de Caballeros, ó en hacer mayor la latitud de la esplanada.

4.° A la quarta objecion contra el segundo flanco responde de Ville, diciendo „ que aunque fuese imposi- „ ble poner cañon en el segundo flan- „ co para defender bien el foso, no „ por eso debe despreciarse como in- „ util: pues segun confiesa el Conde „ de Pagan, siempre podrá servir pa- „ ra el fuego de la fusilería; siendo „ á mi parecer cierto, que si la for- „ tificacion de la linea de la defensa fi- „ xante tiene iguales flancos que la

„ de

„ de la rasante , el fuego de la cortina
„ debe dar á aquella alguna superio-
„ ridad , aun quando no pueda poner-
„ se cañon en el segundo flanco , cu-
„ ya operacion no la juzgo impracti-
„ cable. „

En efecto ningun embarazo hay en construir una cañonera en el punto *G* , que es donde empieza el fuego de la cortina , dándole solamente la abertura necesaria para descubrir el fondo del foso. „ Si se dixese (añade el Autor yá citado) que por la
„ debilidad de sus ángulos ha de ser
„ destruida facilmente , confesaré que
„ puede recibir algun daño , pero
„ tambien se puede remediar con ga-
„ biones , y el cañon siempre queda
„ defendido por el grueso del para-
„ peto. „

Otro inconveniente se objeta contra las cañoneras obliquas ; y es , que quanto menor ángulo forme el cañon con el lado interior del parapeto, mas elevado saldrá el tiro de suerte que su direccion llegaría á ser ori-

zon-

zontal, y por consiguiente inutil á la defensa del foso, si este ángulo fuese muy agudo, pues el cañon queda entonces casi paralelo al lado interior del parapeto. Pero este defecto en que nadie ha reparado sino de Ville, se remedia construyendo el plano y costados de la cañonera con el pendiente y soslayos necesarios, para que el cañon pueda descubrir el fondo del foso.

En orden al inconveniente que se alega contra los segundos flancos, de que disminuyen la capacidad de las Plazas, puede responderse que tambien las proporcionan mejor defensa, y que la fuerza y ventajas de las fortificaciones no dependen de su mayor ámbito y extension para construir casas y otros edificios civiles, sino de la buena disposicion de todas sus partes.

Otra ventaja bastante considerable proporcionan los segundos flancos, y es que en su inmediacion pueden construirse caballeros para de-

fender el foso, y cara del baluarte opuesto, y batir la campaña sin embarazar la capacidad de los baluartes con estas obras á fin de que en ellos se construyan los atrincheramientos necesarios para ponerlos en estado de hacer una vigorosa resistencia.

Los que reprueban los segundos flancos oponen todavía el inconveniente de hacer irregular la fortificacion, y desigual la defensa de sus frentes, pues á proporcion que los ángulos del polígono sean mas ó menos abiertos, resultará mayor ó menor el fuego de la cortina, y el enemigo podrá conocer desde luego quál es el frente de mas debil resistencia.

Esta objecion es mas favorable, que contraria á los partidarios de los segundos flancos, pues supone al menos, que quanto mayores sean estos, contribuirán mejor á la defensa. Pero sin embargo puede responderse, que esta especie de irregularidad, que producen en los frentes, ó no merece consideracion, ó se corrige por

por medio de algunas obras exteriores, pues el Ingeniero que fortifica una Plaza siempre debe atender á que todas sus partes queden susceptibles de la misma defensa. Fuera de esto, tambien en las construcciones del Mariscal del Vauban varían los flancos y caras segun la magnitud de los ángulos y lados de los polígonos: por consiguiente, el referido inconveniente, si se juzga como tal, será comun á los dos sistemas.

De esta especie de disertacion sobre las utilidades é inconvenientes de los segundos flancos se infiere que no deben despreciarse quando no ocasionan gasto considerable, y son muy obtusos los ángulos de la figura, pues en estas circunstancias aumentan la fuerza de la defensa multiplicando los fuegos, como lo dice el Caballero de S. Julian; pero si por ser pequeños los ángulos del polígono no resultasen los flanqueados de 75 grados á lo menos, y los flancos principales de 25 ó 28 toesas, se fortifi-

cará entonces con lineas de defensa rasantes, á fin de evitar los defectos que producirían los segundos flancos.

V.

130. *Sistema del Conde de Pagan.*

L. 15. *Fig.* 2. El Conde de Pagan divide su fortificacion en grande, mediana y pequeña.

Para delinear la fortificacion media, sea *AB* el lado de un polígono qualquiera, v. g. del exâgono, y supóngase que tiene 180 toesas de longitud: divídase esta recta por medio en *D*, levantando la perpendicular *DC* de 30 toesas: desde los puntos *A*, *B*, tírense por *C* las lineas de defensa indeterminadas *AN*, *BM*: señálense las caras *AE*, *BF* de 55 toesas cada una, y *CM*, *CN* de 32: tírense las *EM*, *FN*, que serán los flancos de este frente, y *MN* la cortina.

Tambien pueden determinarse los flancos baxando perpendiculares sobre

bre las lineas de defensa desde los puntos *F*, *E*.

Para delinear la fortificacion grande se supone el lado *AB* de 200 toesas, la perpendicular *CD* se hace de 30, y las caras de 60 toesas.

En la fortificacion pequeña, el lado *AB* es de 160 toesas, la perpendicular *CD* de 30, y las caras de 50. Los flancos se hacen siempre perpendiculares sobre las lineas de defensa.

Para aumentar la defensa de la fortaleza construye el Conde de Pagan tres flancos uno sobre otro en anfiteatro, y dentro del baluarte principal pone tambien otro segundo baluarte.

Estos flancos ó casamatas se construyen dividiendo el flanco principal *FN* por medio en *G*; y desde el punto *A* se tira la recta *AG* prolongándola á discrecion, como asimismo la linea de defensa *AN*: tómese despues *GH* de 5 toesas, y *HL* de 7, y por los puntos *H*, *L* tírense á *GN*

las paralelas *HI*, *LK*, como asimismo la *OP* á 7 toesas de *LK*, haciéndola de 14 toesas 3 pies desde *O* hasta *P*; por cuyo punto se tirará á *FB* la paralela *PQ*, que será la cara del baluarte interior, de quien *OP* es el flanco. A las rectas *IH*, *LK*, *OP*, *PQ* &c. se dará un parapeto de 3 toesas.

El foso de la Plaza tiene 16 toesas de latitud en el ángulo flanqueado, y 4 el que se construye delante del baluarte interior. El camino del terraplen es de 4 toesas sin comprehender el grueso del parapeto, que es de 3.

Este Autor construye algunas obras exteriores con método particular, como puede verse en su libro.

NOTAS

Sobre el sistema del Conde Pagan.

131. Desde la invencion de la pólvora fueron casi insensibles los progresos en el arte de fortificar hasta la

la época de este Ingeniero, cuyo método es muy superior á los precedentes; y aunque no se practique ahora en los términos que él lo propone; sin embargo es cierto, como dice su Comentador, que los principios sobre los quales está fundado han ilustrado mucho á los Ingenieros, que publicaron posteriormente nuevos sistemas; pues exâminándolos con atencion se conocerá que todos se reducen á perfeccionar ó corregir lo que podia ser defectuoso en la primera idea de Pagan, que no tuvo tiempo, ni oportunidad para rectificarla (*a*).

A este sabio Ingeniero se deben los conocimientos exâctos sobre el fuego directo, por medio del qual deben

(*a*) El mismo Mariscal de Vauban confesaba, que le habian sido muy útiles los escritos del Conde de Pagan, como es facil conocerlo exâminando sus construcciones. Véase la descripcion de Paris por el señor Piganiol de la Force, tomo 4. página 489.

ben defenderse recíprocamente las diferentes partes de una fortaleza. Tambien fue el primero que reconoció los inconvenientes de los flancos perpendiculares á la cortina , y de los pequeños baluartes de que se hacia uso antiguamente ; y asimismo encontró medios mas eficaces , y sencillos , que los de sus predecesores , para defender la brecha y foso del baluarte, oponiendo al enemigo una artillería numerosa , que debia hacer lentas y peligrosas sus operaciones.

132. Las principales ventajas del sistema de Pagan consisten 1.º en que su construccion es facil , y puede aplicarse igualmente á los polígonos regulares é irregulares.

133. 2.º En que los flancos de sus baluartes son mayores , que en los sistemas precedentes ; y como por otra parte los hace perpendiculares á las lineas de defensa , quedan así mas proporcionados para que el soldado pueda defender con fuego directo la cara y foso del baluarte opues-

opuesto ; pero debe observarse , que en esta posicion tienen el defecto de quedar muy expuestos á las baterías del enemigo , lo que no sucede á los flancos del Mariscal de Vauban , los quales formando con la cortina ángulos menos abiertos , son igualmente proporcionados á la defensa.

134. 3.° En que el baluarte interior de Pagan es un excelente atrincheramiento para defender la Plaza hasta el último extremo : siendo de presumir , que este atrincheramiento diese al Mariscal de Vauban la primera idea de sus torres *bastionadas*.

135. 4.° Las casamatas del Conde de Pagan tambien son mas ventajosas , que las que se construyeron hasta su tiempo. Todos los Autores que le precedieron , habian conocido la importancia de aumentar el fuego del flanco haciéndole capaz de contener un número suficiente de cañones para proporcionar al foso y brecha la mas vigorosa defensa , á cuyo efecto idearon las casamatas ó

Pla-

Plazas baxas ; pero segun lo advierte el Autor de los *Trabajos de Marte* , como para dar lugar al retroceso de los afustes largos de sus cañones era necesario que las casamatas se estendiesen dentro del baluarte, quedaban muy reducidas las semigolas ; y sin bastante terreno para construir en ellas atrincheramientos ú otras obras de defensa. El Conde de Pagan corrigió este defecto aumentando la capacidad de sus baluartes y semigolas á fin de poder construir el retrincheramiento interior y los tres flancos en anfiteatro capaces de contener 15 piezas de cañon , de las quales la mas próxîma á la espalda en cada uno de ellos está cubierta de las baterías enemigas , y las 3 son muy importantes para defender el paso del foso , y batir de reves la brecha. Por otra parte estas Plazas baxas están construidas con mucha mas inteligencia , que las de los Ingenieros precedentes. El Caballero de Ville , y Errard forman el ore-

jon



jon prolongando la cara del baluarte, y así disminuyen notablemente la capacidad del flanco ; pero el Conde de Pagan haciendo entrar las Plazas baxas en el baluarte las dexa bastante espaciosas , mayormente alargando la cortina , segun la direccion de la linea de defensa , en lo que ha sido imitado por el señor Vauban , aunque este forma el flanco en linea curva ; y así tiene algunos pies mas de longitud , resultando de mayor resistencia los merlones.

Como en la mayor parte de los descubrimientos , que al principio parecen ventajosos , suele manifestar la experiencia algunos inconvenientes, que dificultan su buen uso y práctica ; se ha reconocido posteriormente, que las Plazas baxas del Conde de Pagan no tenian el desahogo necesario , y quedaban muy expuestas al cañon y bombas de los enemigos ; y aunque en el tiempo de su invencion pudieran haber servido utilmente , siendo menor el riesgo por la poca des-

tre-

treza de los bombarderos, sin embargo habiéndose perfeccionado despues la artillería, y el arte de arrojar bombas, es preciso que estas obras sean de poca resistencia, y muy incómodas á los defensores.

136. Así lo juzgó el señor Vauban atendiendo al numeroso tren de artillería con que se hacian los sitios en su tiempo; por cuya razon no construyó sino un solo flanco de bastante capacidad, cubriéndole con el orejon, detrás del qual se conserva un cañon para defender la brecha, segun hemos explicado. Pero este mismo Ingeniero conoció despues la importancia de cubrir muchas piezas de cañon para libertarlas del estrago que ocasionaba el crecido número de bombas que se arrojaban contra las Plazas, y así lo executó en las torres bastionadas de Landau, y nuevo Brisac, como se verá en los sistemas siguientes.

De estas observaciones se infiere, que si hubiesen de construirse Plazas

zas baxas, las quales pueden ser útiles en muchos casos, es preciso hacerlas mas espaciosas que las del Conde de Pagan, cubriéndolas con bóvedas á prueba, pues de otra suerte no podrian mantenerse allí los defensores sin grave riesgo, atendiendo al excesivo número de bombas, que se emplean en los sitios. En el último que sufrió la Plaza de Tournay el año de 1745, se dice que cayeron dentro de la Ciudadela 45000 bombas.

Segun el orden natural, que seguimos en la exposicion de estos sistemas, correspondia tratar del primero del señor Vauban despues del de Pagan, con el qual tiene mucha semejanza; pero habiéndose yá dado su construccion en el principio de esta obra, explicaremos ahora la de los otros dos sistemas suyos.

Habiéndose visto el señor Vauban en la precision de fortificar á Betfort Plaza dominada por todas partes, y en donde hubieran quedado

do enfilados los baluartes ordinarios, inventó otra especie de fortificacion, que comunmente se llama su *segundo sistema*, ó *sistema de la fortificacion de Landau*; tomando el nombre de esta Plaza, que fortificó despues en la misma forma que á Betfort.

Este segundo método lo perfeccionó en la fortaleza del nuevo Brisac, cuya construccion es la de su tercer sistema.

VI.

Sistema de la fortificacion de Landau, que es el segundo del Mariscal de Vauban.

137. Sea *AB* el lado de un exâgono regular de 120 toesas de longitud: tómense *AM*, *BK* de 4 toesas cada una, y en los puntos *M*, *K* levántense las perpendiculares *MN*, *KF* de 6 toesas: desde *N* báxese sobre el radio prolongado la perpendicular *NT*: hágase *TG* igual *TN*;

y

y tírese la linea *NG*, haciendo lo mismo para determinar la *FL*; con lo que se tendrá delineada la mitad de dos pequeños baluartes, ó torres bastionadas *GNM*, *KFL*, siendo *AM*, *KB* las semigolas; *MN*, *KF* los flancos; y *NG*, *FL* las caras. Tírese despues desde el punto *N*, ángulo de la espalda, al punto *L*, ángulo flanqueado de la torre opuesta, la recta *NL*, é igualmente la *FG*.

Sobre el lado interior *AB*, se tomarán *AC*, *BD* de 30 toesas cada una, y en los puntos *C*, *D* se levantarán las perpendiculares indefinidas *GQ*, *DP*: prolónguese despues la capital *BL* á discrecion, y tómense sobre ella 39 toesas desde *L* hasta *R*: de la misma suerte se determinará tambien *GI* de 39 toesas: por los puntos *M*, *R* tírese *MR*, y y por los *K*, *I* la recta *KI*, cuyas lineas cortarán á las perpendiculares *DP*, *CQ* en los puntos *P*, *Q*: tómese *DV*, *CS* de una toesa cada una, y tírense las *PV*, *QS*, que se termi-

minarán en los puntos *Z*, *H*, en que encuentran á las *NL*, *FG*, y quedarán construidos los medios baluartes destacados *IQH*, *RPZ*; siendo *IQ*, *PR* las caras, y *QH*, *PZ* los flancos.

Los baluartes destacados situados delante de las torres bastionadas en la forma que espresa el plano se llaman contraguardias en este y en el siguiente sistema.

Para delinear el foso de las torres tómese desde *H* sobre *HG* la parte *HO* de 10 toesas; descríbase un arco desde el ángulo flanqueado *G* con el intervalo de 7 toesas, y tirando desde el punto *O* una tangente á este arco, quedará determinado el foso de la torre *A*: y con la misma operacion se formará el de la torre *B*.

Tambien puede delinearse este foso, tirando una paralela á la cara *GN* á distancia de 7 toesas, y prolongándola hasta que encuentre á la recta *HG* en un punto *O*; cuya construccion es conveniente practicar quan-

quando el polígono tenga menos lados que el exâgono, á fin de que el foso no resulte mas estrecho en el ángulo de la espalda que en el flanqueado. Pero para los demás polígonos servirá el primer método.

El foso de las contraguardias se delineará de la misma manera que el del recinto de la Plaza, segun se dixo número 79, dándole solamente 15 toesas de latitud en los ángulos flanqueados.

Delante de las cortinas se construirán tenazones conforme al método enseñado en el primer sistema del señor Vauban, tomando su lado interior sobre la recta *HZ*.

Para construir el revellin delante del tenazon se darán 45 ó 50 toesas á su capital, alineando las caras sobre las de la contraguardia á 10 toesas de los ángulos de la espalda. Dentro del revellin se hará un reducto, cuya capital será de 15 ó 20 toesas, y sus caras paralelas á las del revellin; el qual tiene su foso de

12 toesas de ancho, y el del reducto es de 5 ó 6.

La construccion del camino cubierto y esplanada es la misma que la que se ha enseñado.

La latitud del terraplen del recinto y contraguardias, será de 6 toesas; la del revellin de 4, y la del reducto de 3.

El parapeto es de 3 toesas en todas las obras, excepto el de las torres bastionadas, que se hace de mampostería, y de 9 pies de espesor.

NOTAS.

1.ª El ángulo flanqueado de las torres bastionadas es recto en todos los polígonos, menos en el quadrado, en donde se forma por la interseccion de dos arcos de círculo descritos desde los ángulos de la espalda con el intervalo de 12 toesas.

2.ª La linea *FG* manifiesta que el soldado puesto en *F* puede descubrir el ángulo flanqueado *G* de la torre *GNM*, y por consiguiente que

la cara *GN* está defendida por todo el flanco *FK*.

3.ª Las torres bastionadas están cubiertas al enemigo por las contraguardias ó baluartes destacados, que se construyen delante de ellas.

4.ª En lo interior de estas torres se hace un subterraneo á prueba, dentro del qual se abren dos cañoneras en cada flanco poco mas elevadas que el nivel del agua del foso. Los cañones que se colocan en estos subterraneos, no pueden ser vistos ni desmontados por los del enemigo ni por sus bombas; y fuera de esto tambien son muy útiles en tiempo de sitio para poner á cubierto las tropas, víveres y municiones.

El piso superior de la torre está elevado 18 pies sobre el nivel de la campaña. El terraplen de las contraguardias es 4 pies mas baxo.

VII.

Sistema tercero del Mariscal de Vauban, ó fortificacion del nuevo Brisac.

138. Este sistema, como se ha advertido, es el segundo del mismo Autor, perfeccionado en la fortaleza del nuevo Brisac. Llámase tambien fortificacion doble, porque se compone de dos recintos.

Para su delineacion, supóngase que la recta *AB* es el lado de un octágono de 180 toesas, dándole la misma longitud en todos los demás polígonos. En el punto *C*, mitad de *AB*, levántese la perpendicular *CD* de 30 toesas; y desde los puntos *A*, *B* tírense por *D* las lineas de defensa indeterminadas *ADM*, *BDL*, sobre las quales se tomarán las partes *AE*, *BF*, de 60 toesas para caras de las contraguardias.

Haciendo centro en *F*, y con el intervalo *FE* descríbase un arco, que cor-

corte á la linea de defensa *BL*, y aplíquese á él la cuerda *EG* de 22 toesas, que será el flanco de la contraguardia. De la misma suerte se determina el otro flanco *FH*, describiendo el arco desde el punto *E*. Por los estremos *G*, *H* de los flancos, se tirará la *HG* prolongándola hácia una y otra parte hasta que encuentre á los radios del polígono en los puntos *S*, *T*: á distancia de 9 toesas de la recta *ST* tírese la paralela *RQ*, terminándola en los puntos *R*, *Q* de los mismos radios, y esta paralela indicará el lado interior sobre el qual se construirán las torres bastionadas.

Para delinear estas torres se tomarán las semigolas *QL*, *MR* de 7 toesas cada una: en los puntos *M*, *L* levántense los flancos perpendiculares de 5 toesas, de cuyo extremo se tirarán rectas á los puntos *S*, *T*, que serán las caras: alárguense los flancos 4 toesas, 3 pies hácia la Plaza, y júntense sus extremos en cada torre con una linea recta, dexando en me-

medio de ella un paso de 9 pies de ancho.

Prolónguese tambien la perpendicular *CD*, y desde el punto *K*, en que encuentra al lado interior *QR*, se tomará *KN* de 5 toesas: tírense por *N* desde los puntos *L*, *M* las indeterminadas *M* 1, *L* 2: alárguense los flancos de las contraguardias hasta que corten las *M* 1, *L* 2 en los puntos 1, 2, y tírese la recta 2, 1, que manifestará la parte entrante de la cortina, formándose lo restante de ella por las partes *MP*, *LZ* de las rectas *M* 1, *L* 2: las prolongaciones *Z* 1, *P* 2 de los flancos *EG*, *FH* serán los flancos de esta cortina, en los quales consiste la diferencia principal de ambos sistemas, y sirven para aumentar la defensa de las caras y foso de las torres bastionadas. Este foso se construye como el del anterior sistema, y asimismo el tenazon entre las contraguardias; cuyo foso se tirará paralelo á sus caras á 15 toesas de distancia.

La

La capital de los revellines tendrá 55 toesas, y las caras se alinearán sobre las de las contraguardias á 15 toesas de los ángulos de la espalda.

En cada revellin se hará un reducto de 23 toesas de capital, y sus caras serán paralelas á las del revellin. Así en este, como en el reducto se construirán flancos: para los del revellin se toman 10 toesas sobre sus caras desde el punto en que encuentran á la contraescarpa, y 7 sobre la gola desde el mismo punto: la recta que une los dos puntos señalados será el flanco. En el reducto se determinan, tomando de la misma suerte 4 toesas sobre sus caras, y 3 sobre la contraescarpa.

La latitud del foso del revellin es de 12 toesas, y se hace paralelo á las caras, como tambien el del reducto, pero este solo tiene 5 toesas de ancho.

El camino cubierto, y esplanada se trazarán como queda advertido.

La latitud del terraplen del recinto será de 6 toesas, comprehendida la banqueta: la misma tendrá el de las contraguardias: al terraplen del revellin se dán 4 toesas de ancho, incluida tambien la banqueta, y 3 al del reducto.

El terraplen de las torres bastionadas está elevado 16 pies sobre el nivel de la campaña: el de las contraguardias y cortinas 12 pies, el del reducto 9: el del revellin 6; pero el del tenazon está en el mismo nivel de campaña.

Las contraguardias, tenazones y revellines tienen revestimiento de mampostería y tepes, como se ha dicho en otra parte: en la union de ambos revestimientos se dexa una berma de 10 pies de latitud, en la qual se planta una fila de arbustos, y otra de estacas para embarazar la entrada y salida en la Plaza.

La figura 4ª, lámina 13 representa el perfil de una contraguardia de este sistema.

El

El parapeto de las torres es de mampostería de 8 pies de grueso, y 6 de alto: debaxo del piso de su terraplen se construyen subterraneos á prueba, como los del antecedente sistema, pero resultan mas capaces porque son mayores las torres: en el centro de ellas se hace un almacen de pólvora con bóveda á prueba, dexando su piso algo superior al nivel del foso; y al lado de este almacen se construyen otros subterraneos á lo largo de las caras, y flancos, en los quales se abren dos cañoneras. La entrada á los subterraneos es por una bóveda de 12 pies de latitud situada al pie del terraplen frente del centro de las torres; y para su comunicacion con las contraguardias se hacen poternas junto á los ángulos de los flancos.

En los flancos de las cortinas se construyen tambien subterraneos, abriendo una cañonera en cada uno para tener dos fuegos superior é inferior, como en los de las torres. La

Pla-

Plaza se comunica con los tenazones por las poternas, que se hacen en medio de las cortinas; y al mismo fin se construyen pasos subterraneos en los flancos de las contraguardias.

En el frente *AB* (lámina 17) se representa el plano de estos subterraneos, mampostería de los revestimientos, contrafuertes &c. Los que quisieren vér una descripcion mas circunstanciada de este sistema, podrán consultar el libro sexto de la *Ciencia de los Ingenieros* del señor Belidor.

NOTAS.

Sobre los dos últimos sistemas del Mariscal de Vauban.

Los métodos de construccion del segundo y tercer sistema del Mariscal de Vauban, tienen muchas mas ventajas que el del primero.

1.º Las contraguardias ó baluartes destacados pueden defenderse hasta el extremo sin exponer la Plaza al asalto: la construccion de aloja-

mien-

mientos sobre estas obras es muy peligrosa por el fuego de las torres, las quales descubren el frente y costado del enemigo de suerte que el primer recinto es susceptible de mas larga y vigorosa defensa que las fortalezas ordinarias.

2.º Establecido yá el enemigo sobre las contraguardias , le será muy dificil construir baterías contra los flancos de las torres , y abrir brecha en sus caras , porque el fuego de estas obras puede dirigirse hácia qualquier punto de la contraguardia: el paso del foso de las torres está defendido por los flancos superiores é inferiores de las colaterales sin que el enemigo pueda desmontar el cañon de los subterraneos antes de haber arruinado del todo los flancos. Tambien se defiende este paso por mucha parte del fuego de la cortina y sus flancos ; y así encontrará allí el enemigo graves riesgos y dificultades.

3.º Los subterraneos á prueba de

las

las torres bastionadas son muy útiles para conservar las municiones de guerra y boca , como tambien para el descanso y seguridad de las Tropas.

4.º Estas torres pueden procurar muchas ventajas á qualquier fortaleza , pero especialmente á las que estuviesen dominadas , porque es mas facil cubrirse en ellas con traveses que en los baluartes ordinarios.

5.º La construccion de las torres referidas hace manifiesta su defensa recíproca , y que el enemigo no puede batirlas hasta despues de haber ganado las contraguardias que las cubren.

6.º La poca extension que en ellas puede tener la brecha , y las ventajas de sus subterraneos para defenderla , proporcionan á los sitiados mucha superioridad contra los ataques del enemigo , y medios para inutilizar el efecto de sus minas de suerte que un Gobernador que sepa aprovechar todos los recursos que ofre-

ofrece la buena disposicion de estas torres, puede adquirir mucha gloria en la defensa. El señor Folard las llama *coupe-gorges*, porque efectivamente con dificultad se apoderaría de ellas el enemigo, si un Vauban, ó un Valiere las defendiesen.

Sin embargo de que por las ventajas referidas, y otras utilidades, se han mirado estos dos sistemas, particularmente el del nuevo Brisac, como los mas perfectos entre quantos se han practicado en Europa, se objetan contra ellos diferentes inconvenientes, y son

1.º Que el costo de estas fortificaciones es casi doble del de las otras.

2.º Que las retirada de las contraguardias es muy dificil, si el enemigo ataca con vigor, y solo puede hacerse por los puentes á flor de agua, que se construyen al lado de los flancos de las torres, los quales pueden romperse por la mucha Tropa que carga sobre ellos á un mismo tiem-

tiempo quando se retira con precipitacion; y si es de noche, facilmente se equivoca el paso.

3.º Los subterraneos de las torres se hacen inhabitables por el humo de las primeras descargas no obstante los respiraderos, y aberturas que se han construido para su desahogo. Este inconveniente obligó en otro tiempo á los Ingenieros á hacer descubiertas las casamatas; pero como con semejante disposicion quedaban muy expuestas al estrago de las bombas, no tiene duda que las construidas con bóvedas á prueba serían las mejores, si se encontrase algun expediente para remediar las incomodidades que produce el humo. Puede ser que á este efecto sería util el instrumento llamado ventilador, por medio del qual se renueva el ayre de las minas, prisiones, navios &c. (*a*)

VIII.

(*a*) Esta operacion se executa por medio del ventilador, ó introduciendo insen-

si-

VIII.

De la fortificacion del señor de Coehorn.

139. El señor Menon Baron de Coehorn, General de Artillería, Teniente General de Infantería, y Director General de las Fortificaciones de las Provincias Unidas, se ha hecho tan célebre por sus profundos conocimientos en el arte de fortificar, que no deben ignorarse las ideas particulares de su sistema, mayormente habiéndolas hecho interesantes el sitio de Berg-op-zoom (Plaza fortificada por este Ingeniero), cuya empresa ha sido de las que mas han excitado la atencion del público en la guerra terminada año de 1748.

Aun-

siblemente nuevo ayre en los parages cerrados, ó extrayendo el que hay en ellos, para que á proporcion se vayan llenando con el exterior. Véase la descripcion que hace de este instrumento el señor Hales, traducida del Ingles por el señor Demours.

Aunque las fortificaciones de Berg-op-zoom no sean conformes á los métodos, que propone Coehorn en su libro intitulado *Nuevo modo de fortificar* (*a*), sin embargo se encuentra en ellas lo mas esencial y característico de sus sistemas.

Fue Coehorn contemporaneo del señor Vauban, como queda advertido en la quarta nota del número 116; y no pudo disimular en el expresado libro, quanto le inquietaba la reputacion de este hombre ilustre, pues habla de sus sistemas con menos aprecio del que merecen, y en términ-

(*a*) Tres impresiones se han hecho yá de la traduccion de esta obra, que escribió en Holandes el señor Coehorn; y no obstante convendria saliese á luz la quarta mas inteligible, que las precedentes; pues aunque la tercera es mucho mejor que las dos anteriores, pero no siempre puede descubrirse en ella facilmente el verdadero sentido del Autor, siendo por esta razon muy molesta, y desagradable su lectura, y pocos los que se toman el trabajo de estudiarla.

minos tan afectados como poco decentes.

No puede negarse, que así el tratado referido, como las obras de fortificacion que dirigió Coehorn, sobre todo el Fuerte Guillermo, ó de Orange, cuya ventajosa construccion admiró el mismo Vauban despues de haberlo tomado, son pruebas nada equívocas del talento y genio de aquel Autor; que mereció con justicia el título de hombre célebre en el arte de fortificar; pero sin que este elogio sea capaz de obscurecer la gloria del señor Vauban, á quien toda la Europa respetó como el mayor Ingeniero de su siglo.

En la quinta edicion de estos Elementos, podrá vér el lector una descripcion circunstanciada del primer sistema de Coehorn, el qual incluye lo mas esencial de todo aquello que propone en sus últimos métodos de fortificar (*a*).

(*a*) Tres métodos diferentes son los que es-

Exâminando su construccion, se hallará muy conforme á las máxîmas de fortificacion, habiendo tenido en ella por objeto facilitar los medios para incomodar á cada paso al enemigo con freqüentes salidas.

Todas sus obras tienen galerías debaxo del terraplen, con que se manifiesta lo interior de ellas: las comunicaciones son seguras y colocadas con discernimiento; cuya ventaja es de mucha conseqüencia para defenderlas hasta el estremo.

La latitud del terraplen en las obras exteriores no es mas que la precisa para el uso de las tropas que las defienden, á fin de que el enemigo no pueda alojarse en ellas sino con mucha dificultad, largo trabajo

y

este Autor explica en su libro; pero solo son adequados para aquellos terrenos que están poco elevados sobre el nivel del agua, como el de las Provincias Unidas. En el primero se supone que esta elevacion es de 4 pies: en el segundo de 3, y en el tercero de 5.

y peligro, quedando descubierto por todas partes.

Sus caminos cubiertos son mucho mas anchos que los ordinarios, y para su defensa en lugar de traveses (*a*) for-

(*a*) Los traveses son necesarios en el camino cubierto para embarazar, ó disminuir el efecto de las baterías de rebote, las quales no estaban aún en uso quando el señor Coehorn inventó su sistema, pues lo dió al público la primera vez el año de 1685, y el Mariscal de Vauban empezó á poner en práctica aquellas baterías el año de 1688, sitiando á Philisburgo, como yá lo hemos notado. Es regular que el señor Coehorn hubiera dado diferente disposicion á su camino cubierto, ó que á lo menos no suprimiría los traveses, si hubiese conocido aquella especie de ataque; y aunque ha habido posteriormente algunos Autores, que han condenado el uso de ellos en el camino cubierto, porque estorvan el fuego en la parte del parapeto á que corresponden; pero este es un inconveniente que puede remediarse con facilidad, como lo hace el señor Rosard en su sistema, ensanchando el paso entre el través y el parapeto, de suerte que haya lugar para poder

forma Plazas de armas muy espaciociosas en los ángulos entrantes con reductos de mampostería atronerados &c.

No es solo el Mariscal de Vauban el que ha celebrado á Coehorn. Los Ingenieros modernos mas hábiles han hecho justicia á su genio y talentos ; en cuya confirmacion referiremos lo que el Caballero de S. Julian dice en su *Arquitectura militar*, exponiendo con tanto mas gusto este pasage , quanto puede conducir para dar una idea de la fortificacion efectiva de aquel Autor.

„Es muy poco el conocimiento „que tengo (son palabras del Autor „citado) sobre el sistema de Coehorn, „fuera del que he adquirido reco-„nociendo sus mismas obras de Ni-„mega y Berg-op-zoom (*a*) ; pues „aun-

der continuar la banqueta por aquella parte.

(*a*) Esto acredita que Coehorn habia dirigido la construccion de algunas obras en las dos Plazas referidas contra lo que se

,, aunque él haya querido explicarlo ,, en el tratado que ha dado á luz sobre esta materia; sin embargo es ,, diferente lo que allí dice de lo ,, que executa todos los dias por medio de planos mas sencillos. Su ,, principal objeto, segun he podido comprehender por las obras que ,, ha construido, es de tener al enemigo en la mayor distancia posible ,, del cuerpo de la Plaza, y obligarle á practicar operaciones dificiles ,, y costosas antes de llegar á la esplanada, á cuyo efecto le opone ,, varios revellines pequeños, que hoy ,, llaman lunetas, situándolos en aquellos puntos que son mas favorables ,, á la defensa. Fuera de esto, tam-

se afirma en el *Perfecto Ingeniero Frances*, que solo en Manheim podian encontrarse obras de Coehorn; cuyo error es mas de admirar en el Autor del citado libro, pues habia leido con cuidado el del Caballero de S. Julian, y explica todos los sistemas de fortificacion que hay en el.

„bien se vé en Berg-op-zoom una
„galería de su invencion (*a*) detrás
„de la contraescarpa, desde la qual
„puede ofenderse por la espalda á
„los que asalten la brecha. En or-
„den á lo demás, siguió Coehorn
„como Ingeniero perfecto las mejo-
„res máxîmas de fortificacion, ha-
„ciendo grandes las golas, y muy
„espaciosos los flancos, á los quales
„cubre con orejon mas sólido que los
„ordinarios, y capaz de contener
„algunos soldados, sin detenerse en
„que resulte algo mayor la linea de
„defensa, ni en hacerla mas corta
„con

(*a*) Ninguna mencion se hace de esta galería, ni de sus usos en el diario del sitio de Berg-op-zoom compuesto por el señor Eggers Oficial de mérito y muy aplicado, pero que dexó de referir muchas particularidades sobre aquella tan famosa empresa; la qual, así como la del Fuerte de S. Felipe en la Isla de Menorca hace tanto honor á la Nacion Francesa. La galería de que hablamos, está construida detrás de la contraescarpa debaxo del camino cubierto.

„con el tenazon, que establece de-
„lante de la cortina: de suerte, que
„no puede negársele la gloria de ha-
„ber sido uno de los hombres mas
„hábiles de este siglo así para el
„ataque, como para la defensa de
„las Plazas.„

IX.

Del modo de trazar la Fortificacion sobre el terreno.

140. Como al estudio del arte de fortificar, debe anteceder á lo menos el de la Geometría práctica, parece inutil dár aquí reglas para demarcar las obras efectivas, pues los que posean bien esta ciencia, no tendrán dificultad de executar sobre el terreno las mismas operaciones que se hacen en el papel para la delineacion de los planos; pero como muchas veces no se pone la atencion debida en aplicar á la práctica las verdades geométricas, daremos las luces suficientes para comprehender

el pormenor de esta operacion relativamente á la traza de las obras de fortificacion.

PROBLEMA 1.º

141. *Trazar un polígono sobre el terreno.*

Ofreciéndose regularmente en el terreno algunos obstáculos para describir exâctamente un círculo muy grande, en el qual pueda inscribirse el polígono, cuyos lados tengan la magnitud que pide la fortificacion; es preciso trazar este polígono, ó por medio de los triángulos que forman los radios mayores si el centro se halla desembarazado, ó describiendo imperfectamente su perímetro por los ángulos que le corresponden.

Supóngase que el pentágono regular *ABDE* &c, delineado en papel ha de trazarse sobre el terreno, y que el lado *AB* es de 180 toesas.

L. 18. *Fig.* 1.

Fór-

Fórmese una escala con este lado, y obsérvese por medio de ella la longitud exâcta del radio oblicuo *AC*, la qual tambien puede conocerse por trigonometría.

Elegido el punto *C* sobre el terreno para centro del pentágono, y puesto allí el semicírculo, se harán los ángulos *acb*, *bcd* &c de 72 grados, cuyo valor es el que les corresponde en esta figura: determínese despues la magnitud de los radios *ca*, *cb* &c, y tírense por sus extremos los lados *ab*, *bd*, &c.

L. 18. *Fig.* 2.

Si en el centro del polígono hubiese algun estorvo para poder formar los ángulos referidos, se tirará el radio oblicuo *ca*, cuya magnitud es conocida, y se hará el ángulo *cab* de 54 grados, que es la mitad del de la circunferencia del pentágono: tómense despues 180 toesas desde *a* hasta *b*, y en este punto fórmese el ángulo *abd* de 108 grados: hágase *bd* igual *ab*, y continuando la operacion de la misma suerte en los puntos

tos *d*, *e* &c, se tendrá trazado el polígono propuesto. Con igual práctica
L. 18. se demarcará qualquiera otra figura
Fig. 3. regular.

Si no hubiese instrumento para formar los ángulos sobre el terreno, podrá servir el método siguiente.

Tírese en el papel qualquiera linea *AB*, suponiéndola de 5, ó 6 toesas para que sirva de escala: fórmese el ángulo *BAC* del mismo número de grados, que el que se ha de trazar sobre el terreno: hágase *AC* próxîmamente igual á *AB*, y tírese *BC*, cuya longitud se conocerá por medio de la escala: trazando despues el triángulo *ACB* en el terreno, quedará formado el ángulo *A* del mismo valor que se pide.

NOTA.

Para la exâctitud de esta operacion es importante, que se determinen las toesas en la escala de bastante longitud, á fin de que á lo menos sea perceptible la medida de un pie.

Apli-

Aplicacion del método referido á la demarcacion del pentágono precedente.

Supóngase que el ángulo *CAB*, *L.* 18.
se ha formado de 54 grados, y que *Fig.* 2.
ca es el radio obliquo del pentágono, *y* 3.
señalado sobre el terreno, para que en el punto *a* se haga el ángulo *cab* igual *CAB*: tómese *ag* de tantas toesas, como tiene *Ac* en el papel, y fíxense piquetes en los puntos *a*, *g*: haciendo centro en *a* se describirá un arco con un cordel, que tenga la longitud expresada por las toesas de *AB*, y lo mismo se practicará desde *g* con otro cordel, dándole la medida, que representa *CB*: estos dos arcos se cortarán en el punto *m*, por el qual se tirará desde *a* la recta *am*, prolongándola á discrecion, y quedará formado el ángulo *cab* igual *CAB*. Para continuar la operacion se hará *ab* de 180 toesas, que es la longitud supuesta al lado del pentágono, y con el mismo método

do se trazarán despues los demás ángulos.

PROBLEMA 2.º

Trazado el polígono regular sobre el terreno, demarcar la magistral de la fortificacion conforme al primer sistema del señor Vauban.

Para esta operacion debe tenerse formado en papel el plano de la fortaleza segun el método del primer problema número 70, y conocido el valor de todos los ángulos y lineas, como se ha enseñado número 87.

Suponiendo que *AB* sea uno de
L. 18. los lados del polígono propuesto, se
Fig. 4. hará el ángulo *BAC* igual al ángulo diminuto delineado en el plano, y se prolongará *AC* hasta que sea igual á la linea de defensa: plántese un piquete en *C* extremo de esta linea, y tómese sobre ella *AD* de 50 toesas para cara del baluarte, fixando otro piquete en *D*. La misma operacion se hará en el punto *B* para de-

ter-

terminar la linea de defensa *EB*, y la cara *BF*: tírense despues las lineas *DE*, *EC*, *CF*, y se tendrá trazado un frente de la fortaleza: con igual práctica se demarcarán los demás frentes.

Aunque hay otros muchos métodos para executar esta operacion, el que se ha explicado es uno de los mas sencillos y fáciles.

NOTAS.

1.ª Si se quiere exâminar la exâctitud de la traza referida, se baxará sobre el lado exterior *AB* desde el vértice *I* del ángulo de la tenaza *AIB* la perpendicular *IL*, la qual deberá tener el mismo número de toesas, que las que expresa semejante recta en el plano; pero si se encontrase diferencia sensible, se repetirá la operacion con el mayor cuidado, hasta que queden rectificados todos los errores.

2.ª Si hubiese de formarse la traza por medio del polígono interior, cu-

cuyo lado es *GH*, se tomarán las semigolas *CH*, *GE* de la magnitud que representan las del plano; háganse los ángulos diminutos *GCA*, *HEB* iguales á sus correspondientes del mismo plano; como tambien las lineas de defensa *CA*, *EB*: señalando despues las cara *AD*, *BF* de 50 toesas cada una, y tirando los flancos *DE*, *CF*, se tendrá trazado el frente *AB*. El mismo método se observará para demarcar los demás frentes, verificando despues la operacion, como queda explicado.

La traza del foso, camino cubierto, esplanada, obras exteriores, parapeto, terraplen &c, no puede ofrecer dificultad á los que hubiesen comprehendido la de la magistral. Siendo, pues, inutil el dár mas conocimientos sobre esta materia, pasaremos á la explicacion de la fortificacion irregular.

ELE-

ELEMENTOS DE *FORTIFICACION.*

QUARTA PARTE.

De la Fortificacion irregular.

I.

Observaciones generales sobre esta fortificacion.

143. La parte mas necesaria y generalmente mas util del arte de fortificar es la que trata de la fortificacion irregular, de la qual se hace uso ordinariamente, porque raras veces se encuentran Plazas, cuyo recinto forme un polígono regular, y cuyos lados tengan la longi-

gitud y proporciones prescritas para las fortalezas regulares. Como estas se suponen situadas sobre terrenos uniformes, y que no ofrecen embarazo alguno para la colocacion regular de las obras, se disponen y ordenan todas sus partes de aquel modo que parece mas ventajoso á su recíproca defensa; por cuya razon las reglas que se siguen entonces, sirven despues de principios para la fortificacion irregular, la qual será tanto mas perfecta, quanto mas exâctamente puedan observarse.

De aquí se infiere, que el estudio del arte de fortificar debe empezarse por la fortificacion regular á fin de que todo lo que ella prescribe pueda aplicarse á los diferentes recintos de las Plazas irregulares.

Las fortalezas regulares son mejores que las irregulares, pues aquellas tienen la defensa igualmente distribuida por todas sus partes; pero en estas la naturaleza del terreno, y la irregularidad de las obras, hacen

cen desigual la fuerza de sus frentes, siendo unos mayores que otros, y no todos capaces de la misma resistencia; pues aunque pueda cubrirse su debilidad con algunas obras exteriores, es dificil proporcionarles por este medio ventajas uniformes para la defensa, como lo acreditan las Plazas mas bien fortificadas.

Son muchas las consideraciones que deben hacerse sobre la figura, disposicion y capacidad de las obras que convienen á una fortaleza.

1.ª Las fortificaciones han de ser relativas á los fines á que se destina la Plaza, y al costo que puede tener su construccion.

2.ª Si la Plaza que quiere fortificarse, está distante de otras fortalezas del mismo Estado, y es dificil la comunicacion, deberá contener todos los edificios y almacenes necesarios para municiones de guerra y boca, conservando siempre una cantidad suficiente de estos géneros y pertrechos; porque una Plaza semejan-

te puede ser amenazada y atacada antes de recibir los socorros que la pongan en estado de hacer larga resistencia.

3.ª Si la fortaleza ha de servir de depósito ó almacen para otras muchas Plazas vecinas, tambien debe fortificarse cuidadosamente; pues el enemigo hará los mayores esfuerzos para conquistarla con el fin de aprovecharse de las municiones y pertrechos que encierra, y emplearlos en el ataque de otras Plazas.

4.ª Una fortaleza que se halla en proporcion de recibir socorros y municiones de las Plazas vecinas, no pide la misma atencion en sus fortificaciones que las precedentes; y así podrá haber mayor economía en el gasto, á menos que los fondos sean abundantes, en cuyo caso nunca sobrará el cuidado que se ponga en aumentar la fuerza de las Plazas. Pero como regularmente son excesivos los gastos que ocasionan las fortificaciones, requiere mucha pruden-

cia

cia y discernimiento el repartirlos con proporcion al destino, situacion é importancia de ellas.

Aunque sea generalmente reconocida la utilidad de las fortalezas, no debe aumentarse su número sin necesidad por dos razones: la 1.ª á fin de evitar los gastos que exîge su establecimiento y conservacion; y la 2.ª porque han de emplearse muchas tropas para guarnecerlas, disminuyéndose así la fuerza del Exército.

La primera máxîma de fortificacion puede aplicarse á las fortalezas de un Estado; esto es, que deben situarse de tal suerte que defiendan aquellos pasos mas favorables por donde el enemigo puede penetrar á lo interior del pais; y así la disposicion, número y capacidad de las obras depende de la importancia del paso que cubren, y de las fuerzas del Príncipe, que está en mejor proporcion para atacarlas.

Las Plazas situadas sobre montañas, á que no puede acercarse el

enemigo sino por avenidas y caminos poco favorables al transporte de la artillería, necesitan de menos fortificaciones que las que están en llanuras, adonde pueden conducirse sin embarazo por canales y rios todos los pertrechos y municiones para formar el sitio. Así las fortalezas que se construyen en los Alpes y Pirineos no deben fortificarse con el mismo cuidado que las de Flandes y Holanda, en donde es facil el transporte de todo lo necesario para conquistarlas.

Los Autores de fortificacion han tratado muy ligeramente esta materia, que es digna de las mas sólidas reflexîones. Sin el exâmen y combinacion de los diferentes objetos á que se destinan las Plazas, se harán muchos gastos inútiles en las que ya son capaces de buena defensa, y podrán descuidarse aquellas, cuya conservacion es de la mayor conseqüencia para el Estado.

A estas observaciones añadiremos, que

que el acumular obras sobre obras en las fortalezas, puede ocasionar graves inconvenientes; pues á mas del excesivo número de Tropas, y de las muchas municiones de guerra y boca que necesitan para su defensa, si la situacion de las cosas no permite hacer grandes provisiones y preparativos, las mismas fortificaciones aumentadas sin discernimiento contribuirán entonces á la mas pronta rendicion de la Plaza; porque si la guarnicion es pequeña, no podrá sostener tantas obras; y si es grande, consumirá presto las municiones y víveres, quedando así precisada á entregar la Plaza sin poder hacer larga resistencia.

No es conveniente fortificar las Plazas interiores de los grandes Estados, porque estando menos expuestas á los ataques de enemigos estrangeros solo servirian para facilitar ú ocasionar sediciones, y guerras civiles dentro del mismo Reyno; pues apoderándose de ellas los mal conten-

tentos tendrian asilo contra la obediencia, y leyes de su legítimo Príncipe, de que ha dado bastantes exemplos la Francia en las guerras de Religion.

144. El objeto de esta obra no permite entrar en el exâmen circunstanciado sobre las irregularidades del recinto de las fortalezas que pueden variar de infinitas materias: solo se darán los principios generales que deben servir para los casos mas comunes explicando el modo de disponer estas fortificaciones conforme á las máxîmas de las Plazas regulares, que siempre han de observarse con la exâctitud posible; añadiendo que los ángulos formados por los lados de las fortalezas irregulares nunca han de tener menos que 90 grados, para que los flanqueados no resulten menores de 60 grados, ni los flancos mas pequeños que de 20 toesas. La observacion de este principio excluye al triángulo de las figuras aptas para fortificarse.

Los

Los ángulos de mas de 90 grados son mejores en la fortificacion irregular que los que tienen menos grados, con tal que no pasen de 150 ó 160, pues en este caso las cortinas vecinas formarian próxîmamente linea recta, y podrian ser enfiladas de una misma batería.

Todos los ángulos de un recinto irregular conviene que sean salientes como mas aptos para la buena defensa que los entrantes; sin embargo, no siendo posible que estos se eviten en todas situaciones, se propondrán algunos exemplos sobre el modo de disminuir sus inconvenientes, y corregir los que resultaren de los ángulos demasiado agudos.

Antes de entrar en el pormenor de la construccion de las Plazas irregulares es menester observar que dicha construccion se puede hacer sobre el lado exterior ó interior del polígono, esto es hácia dentro ó hácia fuera. Veremos ahora quál de estos dos métodos merece la preferencia.

II.

145. *Exâmen de la construccion de las fortalezas por el lado exterior é interior del polígono.*

En el método de fortificar sobre el lado exterior, practicado por los señores Pagan y Vauban, hay la ventaja particular para las Plazas irregulares de poder situar el ángulo flanqueado de los baluartes en los lugares mas convenientes á su defensa escogiendo aquellos puntos donde queden á cubierto de la dominacion y enfilada del terreno inmediato. Tambien es mas facil trazar las fortalezas por este método, y proporcionar mejor todas sus partes; pero sin embargo raras veces es practicable en la fortificacion irregular, quando están determinados los lados interiores sobre los quales deben tomarse las cortinas como veremos luego.

El método, pues, de fortificar sobre el lado interior del polígono es ne-

necesario, quando la Plaza tiene recinto antiguo, el qual quiere aprovecharse aplicándole los baluartes y demás obras de la fortificacion moderna, en cuyo caso se eligen para cortinas aquellas partes, que parezcan mas á propósito, atendiendo á que las puertas que se abren en medio de ellas correspondan á las calles principales de la Plaza y caminos mas freqüentados de la campaña.

Si la Plaza no tiene recinto determinado, ó la figura que puede formar su fortificacion es regular, y los lados de proporcionada longitud, se seguirá qualquiera de los dos métodos, pues uno y otro conducen igualmente á situar las obras en la debida forma.

En efecto si determinados los lados interiores se quiere empezar á construir sobre los exteriores, se buscará por medio del cálculo, ó como diremos luego, quánto deben distar entre sí los lados referidos, y tirando paralelas á los interiores en la distan-

tancia señalada , se formará con ellas el polígono exterior , el qual se fortificará segun las reglas del primer Problema , número 70.

Tambien puede hacerse esta operacion delineando exâctamente sobre el papel el polígono de la Plaza ú otro semejante , el qual se fortificará levantando perpendiculares sobre la mitad de cada lado , y dándoles de longitud la octava parte , la quinta ó la sexta del mismo lado , segun el polígono sea un quadrado, pentágono , exâgono ó demás lados; se tirarán despues las lineas de defensa , se harán las caras del baluarte respectivamente iguales á las dos séptimas partes del lado del polígono , y se acabará la delineacion de la magistral , como se enseñó en el citado Problema. Para tener el lado interior de esta fortificacion se prolongará por una y otra parte la cortina hasta encontrar los radios oblicuos ó mayores del polígono , y siendo conocida la longitud de aquel lado,

do, se formará con él una escala, por cuyo medio se determinarán todas las partes de la fortificacion, la qual podrá empezarse á construir sobre qualquier lado.

Pero si la Plaza que ha de fortificarse es irregular, y tiene recinto antiguo, sobre el qual deben determinarse las cortinas, habrá mucha dificultad, empezando la operacion sobre el lado exterior, en proporcionar todas las partes á los lados del recinto referido; porque no es una misma la distancia entre los lados exteriores é interiores de los polígonos irregulares á causa de la desigualdad de sus ángulos y variaciones del diminuto *MBE*. *L.* 18. *Fig.* 5.

Esta es la razon por la qual tirando paralelas á las distancias correspondientes de los lados interiores de un polígono irregular, tendrán mayor longitud las que estuviesen opuestas á los lados menores del referido polígono; y aunque algunos Autores prefieren por lo mismo la cons-

construccion sobre el lado exterior; deben observar, que si esta operacion se executa segun el método del primer Problema, considerando como lados exteriores á las paralelas precedentes, no siempre coincidirán los interiores correspondientes con los del recinto antiguo, cayendo unas veces dentro, y otras fuera, como puede verse en la figura 6.ª lámina 18.

El Autor del *Perfecto Ingeniero Frances* se sirve de esta figura para manifestar, que la fortificacion sobre el lado exterior, cuya magistral está indicada con las lineas de puntos, es mas ventajosa que la construida sobre el interior, la qual se representa con las lineas fuertes. A la verdad es facil de reconocer por la expresada figura que las partes que resultan del primer método, están mejor proporcionadas que las del segundo; pero tambien se vé claramente que no coinciden las cortinas, y esto es á lo que principalmen-

mente debe atenderse siempre que se fortifica un recinto antiguo.

De estas observaciones se infiere, que en la práctica es preferible la construccion sobre el lado exterior quando la Plaza no tiene recinto antiguo, ó no fuese conveniente el aprovecharlo; pero si las cortinas están determinadas, es mejor fortificar sobre el lado interior.

III.

146. *Modo de determinar la magnitud de los lados interiores para la fortificacion exterior.*

Se ha dicho en el número 67 que para que los lados exteriores fuesen capaces de buena fortificacion debian tener desde 155 hasta 180 ó 200 toesas. En el número 66 se determinaron los interiores desde 120 hasta 150 toesas; pero como no se ha dado regla alguna para fixar su longitud, diremos en pocas palabras el método que debe seguirse.

Que-

Queda advertido que la magnitud de todas las partes de la magistral se proporciona por la de la linea de defensa, la qual debe ser á lo menos de 120, y á lo mas de 150 toesas, resultando de 135 en las construcciones del señor Vauban. Ahora determinaremos la longitud de los lados interiores desde el quadrado hasta el dodecágono, supuesta la linea de defensa de 120 toesas; y de este principio se deducirá el valor que corresponde á los mismos lados quando la linea de defensa tenga desde 135 hasta 150 toesas.

PROBLEMA

147. *Conocida la linea de defensa, el ángulo flanqueante interior, y la longitud de la semigola, encontrar el lado interior de qualquier polígono regular.*

Para la solucion de este Problema se ha de suponer: 1°, que el polígono propuesto es un pentágono.

2.°

2.º que la linea de defensa es de 120 toesas.

3.º que el ángulo flanqueante interior es de 15 grados y medio en el pentágono (*a*).

4.º que cada semigola debe ser igual á la quinta parte del lado interior, como en el pentágono y exâgono del señor Vauban (*b*).

RE-

(*a*) Este ángulo debe constar de 13 grados y medio en el quadrado, y de 18 y medio en el exâgono, y polígonos de mayor número de lados.

(*b*) La semigola en el quadrado será próxîmamente igual á la sexta parte del lado interior, segun queda advertido número 66; en donde se determinó de la quinta parte del mismo lado para los demás polígonos; pero como á proporcion del número de lados de que constan estos, crece el valor de las semigolas, si se quiere determinar con mayor precision para los polígonos de mas lados que el exâgono, se hará igual á las dos novenas partes del lado interior en el eptágono y octágono; á la quarta parte del mismo lado próxîmamente en el nonágono; y á la quarta parte en el decágono, undecágono y do-

de-

RESOLUCION.

Tírese á discrecion la linea *EB*
L. 18. suponiéndola de 120 toesas : fórmese
Fig. 4. en el punto *E* el ángulo *BEH* de 15
y 5. grados y medio, y en *B* el ángulo *EBH* igual á la diferencia entre la mitad del ángulo de la circunferencia del polígono, y el diminuto, que en el presente caso es 38 grados y medio, porque el semiángulo de la circunferencia del pentágono tiene 54 grados : prolónguense las *EH*, *BH* hasta que se encuentren en *H*, y quedará formado el triángulo *EBH*, en el qual el lado *BH* será la capital del baluarte, y *EH* igual á la cortina mas una semigola.

Para conocer todo el lado interior debe advertirse que siendo en el pentágono cada semigola igual á la

decágono. En los baluartes planos ó construidos sobre las lineas rectas tendrá la semigola dos séptimas partes del lado interior, el qual es igual al exterior en semejantes casos.

la quinta parte de este lado, la recta *EH* resultará igual á las quatro quintas partes del mismo, pues solo falta una semigola, para su longitud total; por lo qual, si se divide *EH* en quatro partes, se toma *FH* igual á una de ellas, y se prolonga *EH* hasta que *EG* sea igual á *FH*, serán estas dos partes las semigolas, *EF* la cortina, y *GH* todo el lado interior; cuyo valor se encontrará de 115 toesas, formando una escala con la linea de defensa, que se ha supuesto de 120.

Con el mismo método se averiguará la longitud del lado interior en los demás polígonos regulares, dando qualquier otro valor á la linea de defensa; y de esta suerte se ha calculado la tabla siguiente, en donde se determina la magnitud de los lados interiores desde el quadrado hasta el dodecágono, supuesta la linea de defensa de 120, 135 y 150 toesas.

148. *TABLA De los lados interiores de los polígonos regulares desde el quadrado hasta el dodecágono, y semigolas de los baluartes construidos sobre los lados referidos.*

		Quadrado.	Pentagono.	Exagono.	Eptágono.	Octágono.	Nonágono.	Decágono.	Undecág.
		Toes.	Toes.	Toes.	Toes.	Toes.	Toes.	Toes.	Toes.
Para una linea de defensa de 120 toesas.	Lados interiores.	105	115	120	122	128	131	135	138
	Semigolas.	17	23	26	27	32	32	34	35
Para una linea de defensa de 135 toesas.	Lados interiores.	119	127	135	138	144	148	152	156
	Semigolas.	20	25	29	31	34	36	38	40
Para una linea de defensa de 150 toesas.	Lados interiores.	126	130	150	153	160	164	168	173
	Semigolas.	24	26	33	34	37	40	42	44

NO-

NOTAS.

1.ª El lado interior del dodecágono es casi igual al de undecágono, por cuya razon no se incluye en la tabla precedente.

2.ª Quando dos frentes se hallan sobre una misma recta, y se construye un baluarte plano, el lado interior, que en este caso es igual al exterior, tendrá 158 toesas si la linea de defensa es de 120; 178 si esta linea es de 135; y 197 si la misma linea es de 150 toesas; para cuyo cálculo se supone que el ángulo diminuto es de 20 grados, y así resulta de 140 el flanqueado del baluarte plano.

3.ª Determinada la longitud del lado interior en esta forma, será facil encontrar la del exterior, y concluir la construccion de la magistral; porque formando en el punto *F* el ángulo *GFA* igual al *HEB*, y haciendo *FA* igual á *EB*, se tendrán los puntos *A*, *B*, que de-

terminan el lado exterior *AB*.

Si despues se prolongan *BH*, y *AG* hasta que concurran en *&*; este punto será el centro del polígono, y *A&*, *B&* sus radios obliquos, ó mayores.

Formando los ángulos *EFD*, *FEC* de cerca de 100 grados (*a*), se tendrán los flancos *FD*, *EC*, y las caras *AC*, *BC* que corresponden al frente *AB*.

4.ª Para conocer la distancia del lado interior, se baxará desde *E* sobre *AB* la perpendicular *EM*, cuyo valor se averiguará por medio de la escala: lo mismo se practicará con los demás polígonos.

Todas estas lineas pueden determinarse con mayor precision por el cálculo trigonómetrico.

IV.

(*a*) Véase el número 57.

IV.

Del modo de trazar la fortificacion irregular quando no está determinado el recinto de la Plaza.

149. Para fortificar una Ciudad situada en llanura igual, cuyo circuito sea irregular sin terraplen ni muralla, no puede ofrecerse dificultad alguna.

Se levantará primeramente con exâctitud el plano de la Ciudad, formándolo en escala grande, para que sea perceptible la medida de una toesa.

Antes de delinear la fortificacion en este plano, es preciso añadir al espacio que ocupan las casas el que se juzgue necesario para aumentarlas, ó establecer almacenes y otros edificios, atendiendo tambien á la latitud del terraplen, y á que haya lugar donde puedan situarse los quarteles, los quales han de estár separados de las casas por una ca-

lle de 3 á 4 toesas de ancho.

Despues se empezará la delineacion, sirviéndose del polígono interior, ó exterior. Si se hace por el interior, se describirá ligeramente esta figura al rededor de la Ciudad, observando, que sus lados sean paralelos á los que forman las casas, y distantes de ellas 24, ó 26 toesas, cuyo espacio será suficiente para la base del terraplen, quarteles y calles.

Si el polígono delineado de esta forma resultase próxîmamente regular, se le podrá circunscribir un círculo, haciendo pasar su circunferencia por los tres ángulos que disten igualmente con poca diferencia del centro de la Plaza.

Se tomarán despues 120 toesas de la escala, y transfiriendo esta distancia sobre la circunferencia cierto número de veces, si se contiene en ella exâctamente, quedará formado un polígono regular de 120 toesas de lado, el qual se fortificará exteriormente como se ha enseñado.

Si

Si la referida distancia de 120 toesas no se puede ajustar exâctamente á la circunferencia del modo referido, y sobran 40 toesas próxîmamente, se repartirá esta longitud entre los demás lados, siendo grandes los polígonos, en los quales la linea de defensa es menor que el lado interior; pero en los pequeños polígonos, en quienes la expresada linea es mayor que este lado, se aumentará de una unidad el número de ellos para que así quede mas proporcionada la figura.

Si las paralelas tiradas á los lados que forman los edificios de la Ciudad hiciesen un polígono demasiado irregular para que pueda circunscribírsele el círculo, se aplicará succesivamente una longitud de 120 ó 130 toesas sobre el circuito de este polígono, para hacer otro, cuyos lados correspondan con poca diferencia á los de la tabla precedente.

En la delineacion de este polígono debe atenderse á que todos los án-

ángulos de la circunferencia sean iguales próxîmamente, y que ninguno tenga menos de 90 grados. Los demasiado agudos se hacen mayores acercando su vértice á la Plaza, y los que fueren muy obtusos pueden corregirse, fixándolo al contrario mas hácia la campaña.

Si no obstante estas consideraciones, resultasen muy desiguales los ángulos, v. g. de 90 grados, y de 140, es preciso que los lados de los menores sean mas cortos que los otros; esto es de 110 ó 120 toesas, quando los ángulos tienen 90 grados; y de 130, 140, 150 toesas &c. quando los ángulos son de 135, 140, 150 grados &c; porque en el primer caso deben considerarse como lados interiores del quadrado, y en el segundo como que lo son de polígonos mayores. Véase la tabla número 48.

150. Pero si la fortificacion hubiere de construirse sobre el polígono exterior, se delineará este baxo las mismas reglas que el interior á dis-

distancia competente de los edificios de la Ciudad á fin de dexar espacio para quarteles, terraplen, y el que debe mediar entre ambos polígonos: esta distancia puede valuarse de 60 á 70 toesas (*a*).

Si el polígono formado en este caso es de muchos lados, y se aproxîma á regular, se podrá inscribir en su circuito otro polígono de 160, 170 ó 180 toesas de lado; ó bien se dispondrán los lados de suerte, que tengan poco mas ó menos las longitudes referidas, y no formen ángulo alguno menor que de 90 grados.

Atendidas estas circunstancias se delineará despues la fortificacion, como en el primer Problema número 70; á cuyo efecto se levantará una perpendicular sobre la mitad de cada lado del recinto, dándole de longitud la octava parte de este lado, si uno

(*a*) Los que quisieren determinar con mas exâctitud la distancia referida, podrán servirse del método indicado en las notas que siguen á la tabla número 148.

uno de sus ángulos adyacentes es de 90 grados ; la séptima , si el ángulo mas pequeño adyacente es de 108 ; y finalmente la sexta , si estos ángulos son de 120 grados , ó mayores.

Por el extremo de dicha perpendicular se tirarán las lineas de defensa indefinidas , tomando sobre cada una de ellas desde el vértice de los ángulos del polígono dos séptimas partes del lado exterior , y así quedarán determinadas las caras de los baluartes ; con lo qual se concluirá la delineacion de la magistral , como en los polígonos regulares.

Formado de esta suerte el plano de la fortificacion , se traza despues sobre el terreno , á fin de corregir ó rectificar los defectos que se encontrasen en su disposicion , exâminando si alguna parte está expuesta á la enfilada , si el gasto de la construccion será excesivo , si podrá disminuirse por medio de algunas variaciones &c.

151. Si la Ciudad está situada so-

sobre la orilla de algun rio, ó que por su disposicion sea preciso dár mucha longitud á uno de sus lados, como 300 ó 400 toesas; siendo esta distancia demasiado grande para que los baluartes construidos en sus extremos puedan defenderse recíprocamente, se dividirá en dos partes iguales, las quales se fortificarán como los demás lados del recinto, colocando en medio un baluarte cuya gola estará en linea recta, y se llama baluarte plano, segun queda advertido.

Aunque los baluartes construidos sobre lineas rectas no tengan disposiciones tan ventajosas como los otros, porque con una misma batería pueden enfilarse las cortinas que los unen, y sus caras quedan demasiado expuestas al enemigo; sin embargo estos defectos suelen no ser de consequëncia, pues ordinariamente se colocan aquellos baluartes en los frentes de dificil ataque; y por otra parte la grande extension de sus golas es propia para buenos retrinchera-

ramientos, cuyas obras contribuyen á la mas vigorosa resistencia.

152. Método para construir la fortificacion irregular, quando la Plaza tiene recinto antiguo terraplenado.

L. 19. Supóngase que el polígono irregular *ABCD* &c. representa el recinto antiguo terraplenado de una Plaza, que debe fortificarse, determinando las cortinas sobre las partes de dicho recinto, cuyos lados y ángulos tienen la magnitud y posicion expresadas en el plano.

Antes de entrar en el pormenor de esta construccion pondremos la tabla siguiente, que contiene el valor de los ángulos de la circunferencia y diminutos de los polígonos regulares desde el quadrado hasta el dodecágono, incluyendo tambien los que resultan quando dos lados forman una misma recta, porque el conocimiento de todos estos ángulos es necesario para la fortificacion de los diferentes lados de los polígonos irregulares.

TA-

TABLA De los ángulos de la circunferencia y diminutos de los polígonos regulares, desde el quadrado, hasta el dodecágono y linea recta.

Polígonos regulares.	Quadrado.	Pentágono.	Exâgono.	Eptágono.	Octágono.	Nonágono.	Decágono.	Undecágono.	Dodecágono.	Linea recta.
Angulos diminutos.	Gr. min. 13, 44	Gr. min. 15, 30	Gr. min. 18, 26	Gr. min. 18, 26	Gr. min. 18, 26	Gr. min. 18, 26	Gr. min. 18, 26	Gr. min. 18, 26	Gr. min. 18, 26	Gr. min. 20
Angulos de la circunferencia.	90	108	120	128	135	140	144	147	150	180

Supongamos ahora que el lado *AB* tiene 225 toesas; y como esta longitud es demasiado grande para que los baluartes colocados en sus extremos *A*, *B* puedan defenderse recíprocamente, se construirá un baluarte plano sobre la mitad de este lado, á cuyo efecto se dividirá por medio en *L*, y quedarán las dos partes *AL*, *BL* de 112 toesas cada una, las quales se fortificarán del modo siguiente, empezando desde *A*.

Siendo *AL* de 112 toesas, y el ángulo *A* de 142 grados, igual con poca diferencia al del nonágono, se determinará la semigola *AM* de 27 ó 28 toesas, esto es igual á la quarta parte de *AL* próxîmamente. En el punto *M* fórmese el ángulo *LMa* de 20 grados, que es la magnitud que corresponde al diminuto sobre la linea recta, y se tendrá la linea de defensa *Ma*: hágase tambien la semigola *LN* del baluarte plano igual á 28 toesas, ó á la quarta parte de *AL*: fórmese en el punto *N* el ángu-

gulo *MNb* de cerca de $18\frac{1}{2}$ grados, y en los puntos *M*, *N* los *MNd*, *MNc* de 100 grados cada uno, y quedarán determinados los flancos *Mc* *Nd*.

El lado *LB* se fortifica de la misma manera que *AL*, tomando *BP* y *LO* de 28 toesas para semigolas; y de esta suerte quedará fortificado el lado grande *AB* con un baluarte plano, y dos medios baluartes.

Siendo el lado *BC* de 150 toesas, y el ángulo *B* de 161 grados, se hará la semigola *BQ* de 37 toesas, ó igual á la quarta parte de *BC*; y como el ángulo *C* es de 131 grados correspondia dár á la semigola *RC* las dos novenas partes de *BC*; pero atendiendo á que el lado inmediato *CD* es mas pequeño, se hará tambien *RC* igual *BQ*, y quedará la cortina *QR* de 76 toesas.

En los puntos *Q*, *R* se formarán los ángulos *RQe*, *QRf* de $18\frac{1}{2}$ grados cada uno: el lado *Rf* cortará *Of* en el punto *f*, el qual será vértice del

del ángulo flanqueado del baluarte *B* : en los mismos puntos *Q* , *R* se harán tambien ángulos de 100 grados con la cortina *QR* para tener los flancos y caras de los medios baluartes que corresponden al frente *BC*.

El lado siguiente *DC* tiene 110 toesas ; y siendo el ángulo *C* de 131 grados se determinará la semigola *CS* del mismo modo que en el eptágono , esto es haciéndola igual á las dos séptimas partes de *CD* , que son 24 toesas próxîmamente ; y como el ángulo *D* solo tiene 98 grados , se dará á la semigola *DT* la misma longitud que en el quadrado, esto es , 19 toesas próxîmamente , ó la sexta parte de *CD* : fórmense despues en los puntos *S* , *T* ángulos de 100 grados con la cortina *ST* ; y los diminutos *TSg* , *STe* , el 1º de cerca de $13\frac{1}{2}$ grados , y el 2º de $18\frac{1}{2}$: los lados de estos ángulos determinarán la magnitud de los flancos y caras correspondientes , segun se ha visto anteriormente , y lo expresa la figura.

Sien-

Siendo el lado *DE* de 134 toesas, y el ángulo *D* de 98 grados, se hará la semigola *DV* de 22 toesas, ó igual á la sexta parte de *DE*; y como el lado inmediato *EF* de 63 toesas, es muy pequeño para frente de fortaleza, se tomará toda la gola *EU* sobre el lado *ED*, observando solamente que la cortina *UV* no tenga menos de 60 toesas: en este exemplo se ha determinado *EU* de 50 toesas. Los ángulos diminutos *V* y *U* se harán de $13\frac{1}{2}$ grados, porque *D* y *E* son casi rectos. La linea de defensa *Ug*, encontrando en *g* á la que se ha tirado desde *S*, formará el baluarte *D*.

Como *FE*, lado del ángulo entrante *EFG*, solo tiene 63 toesas, y puede flanquear el baluarte construido sobre *G*, se formará en *F* el diminuto *EFh* de $13\frac{1}{2}$ grados próxîmamente, y la linea de defensa *Fh* determinará el ángulo flanqueado *h* por su encuentro con la *Vh*: en el punto *E* se hará el ángulo *FEK* de 100

grados para tener el flanco *EK*, y así quedará construido sobre *E* el baluarte, cuya gola está en linea recta.

Como el lado *GF* no tiene sino 120 toesas, y *FE* 63, si se construyese un baluarte en *F*, sería preciso tomar toda la gola sobre *GF*; y así podrá omitirse este baluarte, atendiendo á que los dos lados *EF*, *FG* se flanquean mútuamente, y que por otra parte el flanco *EK*, y el opuesto del baluarte construido sobre *G*, defienden el ángulo entrante *F*.

Se hará, pues, la semigola *GX* de 24 toesas, ó igual á la quinta parte de *GF*, por ser el ángulo *G* de 118 grados, que corresponde próxîmamente al del exâgono: en el punto *X* se levantará el flanco formando ángulo de 100 grados con *XF*; y su magnitud se determinará por la recta *Fl*, que hace con *FG* el ángulo *GFl* de cerca de $18\frac{1}{2}$ grados.

Para fortificar el lado *HG*, que tambien forma ángulo entrante con *IH* son precisas algunas reflexîones par-

particulares, pues los dos lados referidos no pueden flanquearse, como los del precedente *F*, porque tienen mayor longitud, y es mas abierto el ángulo que forman.

Siendo *HG* de 160 toesas, se dará á *GY* la quinta parte, ó 32 toesas: hágase despues *HZ* de tal magnitud, que tirando la linea de defensa *Zl*, resulte esta igual al alcance del fusil: supóngase que se ha tomado *HZ* de 40 toesas: fórmese el ángulo *YZl* de cerca de 20 grados, como en la linea recta, y en el punto *Y* levántese el flanco *Yy*, haciendo ángulo de 100 grados con la cortina *ZY*. Midiendo despues por medio de la escala á la linea de defensa *Zl*, se encontrará de 160 toesas próxîmamente, y por consiguiente será mayor que el alcance del fusil. Para corregir este defecto se aumentará la semigola *HZ* 15 ó 18 toesas hasta *p*, y tirando *pi* paralela á *Zl*, se tendrá la linea de defensa *pi* de proporcionada magnitud. Del mis-

mo modo podrá disminuirse la *Fl*; ó bien el flanco *X*1 se reducirá á la longitud *X*2 de 30 toesas, tirando la *Fi*, la qual tambien acortará la paralela á *Zl*.

Si el ángulo flanqueado *i* tiene mas de 80 grados, se podrá hacer de esta medida el ángulo *pim*, y el lado *im* encontrará á la cortina en un punto *m*, quedando *mF* para segundo flanco (*a*). Tambien puede baxarse desde *m* sobre *Fi* la perpendicular *mn*, para construir el pequeño rediente *mnF*, que defenderá de mas cerca al ángulo flanqueado *i* &c.

En el punto *p* levántese el flanco *pq* de 20 toesas, formando ángulo de 100 grados con *pY*, y por los puntos *Y*, *q* tírese la *Yq* indeterminada.

Advirtiendo ahora, que sobre el ángulo *I*, siendo de 57 grados, no pue-

(*a*) Debe advertirse, que nunca se hace la construccion de una fortaleza con segundos flancos, á menos que la longitud del principal no quede de 25 toesas.

puede construirse baluarte, porque resultaría muy agudo su ángulo flanqueado, es preciso buscar otro método de fortificarlo, á cuyo fin se proponen los siguientes.

1.º se hará *Hr* de 20 ó 30 toesas, y en el punto *r* se levantará el flanco *rs*, formando ángulo de 100 grados con *Ir*, el qual puede terminarse en *s* por la prolongacion de la *Yq*, y servirá para defender el ángulo *I*: construyendo despues un baluarte sobre el ángulo *K*, como lo representa la figura, el flanco *tz* flanqueará tambien al referido ángulo *I*. Pero esta construccion tiene el inconveniente de dexar sin defensa los ángulos *t*, *r*.

2.º se tirará desde el punto *r* la *r*3, formando con *Ir* el ángulo *Ir*3 de 13 grados próxîmamente, y terminándola por la prolongacion de *Ys* en el punto 3, en donde se hará el ángulo *r*34 de 100 grados para tener el flanco 34, que defenderá á *rs* y *sq*, la qual segun esta construc-

cion tambien queda defendida por el flanco *Ty*. Practicando lo mismo por la parte *KI* se habrá formado un baluarte de quien el ángulo *I* es el flanqueado, y sus caras se habrán tomado sobre los lados del recinto antiguo.

3.º Tambien se podrá fortificar el referido ángulo agudo *I* con una especie de hornaveque simple ó frente de fortificacion, como el que se manifiesta con puntos en la figura. La cortina de esta obra debe tener á lo menos 40 toesas, sus flancos 20, y las caras 30. Este método tiene ventajas sobre los anteriores, pero tambien es mas costoso.

El último lado *AK* se fortificará baxo las mismas reglas que los precedentes.

NOTAS.

I.

153. La fortificacion de este recinto se pudiera haber delineado sin ha-

hacer uso de los ángulos diminutos, señalando primero las semigolas, y describiendo desde sus estremos con el intervalo de la linea de defensa arcos de círculo, los quales por medio de sus intersecciones hubieran determinado los ángulos flanqueados de los baluartes: despues se exâminaría si estos ángulos resultaban muy agudos para corregir sus defectos disminuyendo las lineas de defensa. En la construccion de los flancos se seguirian las mismas reglas yá explicadas.

II.

154. Delineada la magistral por qualquiera de los dos métodos referidos, debe observarse si los flancos y ángulos flanqueados tienen la magnitud correspondiente, pues aquellos no deben ser menores que de 20 toesas, y quando resultan de 15 ó de 18, se prolongarán tanto como lo permita el ángulo flanqueado, el qual puede disminuirse sin inconveniente hasta 75 ó 70 grados. Si por es-

este medio no se logra aumentar la capacidad del flanco, se hará mas corta la semigola.

Si delineando la magistral por los ángulos diminutos se encuentran muy grandes las lineas de defensa, se acortarán aumentando las semigolas, ó disminuyendo la longitud del flanco, quando este tuviese mas de 25 ó 28 toesas. Finalmente en la construccion de las fortificaciones irregulares debe atenderse á que la disposicion y magnitud de todas sus partes se aproxîmen en quanto sea posible á las máxîmas establecidas para las regulares.

III.

155. Una Plaza que tiene recinto antiguo terraplenado y con parapeto, se puede poner en buen estado de defensa añadiéndole algunas obras exteriores. El recinto antiguo se conserva para que sirva de principal atrincheramiento, formando otra nueva fortificacion con baluar-

luartes destacados, revellines, contraguardias, hornaveques &c. como se ha practicado en Douay, y en otras muchas Plazas. Quando estas obras exteriores están situadas con inteligencia y discernimiento, son tan ventajosas á la defensa como las fortificaciones regulares, pues á favor del recinto antiguo se pueden sostener hasta el extremo sin que la Plaza quede expuesta á ser tomada por asalto, porque el enemigo debe alojarse primero en aquellas obras, y emprender despues nuevos trabajos para facilitar el paso del foso, y arruinar la parte opuesta del recinto, siendo muy largas y costosas estas operaciones.

Otras muchas reflexîones pudieran hacerse sobre las fortificaciones irregulares, pero no permitiéndolo la brevedad de esta obra solamente añadiremos algunas observaciones generales pertenecientes á las Plazas situadas sobre rios, pantanos, alturas, y á las marítimas.

I.

De las Plazas situadas sobre rios.

156. Quando algun rio pasa por una Plaza, y no tiene mucha latitud, debe atenderse á que su entrada y salida corresponda al medio de las cortinas, pues de esta suerte quedará defendido por el fuego de los flancos, cuya ventaja no se lograría en otra posicion; y si se le diese paso por los baluartes, disminuiría la resistencia de estas obras.

Si la latitud del rio no excede de 20 á 30 toesas, se podrá hacer pasar por debaxo del terraplen, construyendo arcos y cañones de bóveda para sostener el adarve y parapeto.

A la entrada y salida del rio se ponen fuertes rejas de hierro en forma de puerta; executando lo mismo en los aqueductos que deben estar bien cerrados para que ninguno pueda introducirse en la Plaza.

Si por la demasiada anchura del rio

rio fuese impracticable la colocacion de las rejas, se podrá atravesar con cadenas ó filas de estacas, dexando solamente en medio el paso preciso para los barcos. Tambien puede asegurarse la entrada del rio con un cuerpo de guardia construido sobre una embarcacion grande y cubierta; con cadenas sostenidas por barcos; ó con un mastil de navio guarnecido de puntas de hierro &c.

Quando el rio tiene mas de 30 toesas de ancho, ordinariamente se corta el terraplen á la entrada y salida de la Plaza disponiendo que la corriente atraviese al foso directamente, á cuyo fin se construyen diques y esclusas por los lados que impiden la inundacion del foso, facilitándola solamente quando se juzgue este arbitrio ventajoso á la defensa, pues de otra suerte podria rellenarse con las arenas é inmundicias que trahe la corriente despues de muchas lluvias. Tambien se construyen ordinariamente reductos, ú otras obras á

la

la entrada y salida de los rios en las Plazas, para que el enemigo no pueda acercarse y disputarle el dominio de las aguas.

Quando la anchura del rio es de 60, 80, 100 ó 120 toesas, y no se le puede dár paso por las cortinas, se construyen algunas obras de fortificacion en medio de él, y en sus márgenes para flanquearlo; ó bien se dirige su curso á lo largo de algun frente, sacando diferentes canales, que provean de agua á la Plaza, y que en caso preciso se pueda inundar el foso si el terreno lo permite.

Para la comunicacion de la Plaza con la campaña suele construirse un puente sobre estos grandes rios cubriéndolo con hornaveque ó corona, cuyas alas se defienden por las obras de la Plaza, ó por flancos elevados perpendicularmente á su extremo hácia la parte del rio; y si la anchura de este fuese mayor que el alcance del fusil, se construye en medio de él alguna obra de fortifica-

ca-

cacion para flanquear la que cubre el puente , y que al mismo tiempo sea protegida de la Plaza , como lo practicó el Mariscal de Vauban en la fortaleza de Huningue.

Quando el rio dista de la Plaza 100 ó 200 toesas , es importante , como se ha advertido , colocar en este espacio diferentes obras que impidan la union de los ataques del enemigo en una y otra parte del rio, pues de otra suerte los adelantaría con mas facilidad , y mejor suceso. Véase el plano de Philisburgo en las láminas 3 y 17 del tomo 2° *de los Elementos de la guerra de sitios* , 2ª edicion.

II.

De las Plazas situadas en terreno pantanoso.

157. Las Plazas rodeadas de lágunas inaccesibles no deben fortificarse con tanto cuidado como las que están situadas en terreno seco y lla-

llano : un simple recinto será suficiente para ponerlas á cubierto de las sorpresas en tiempo de hielos.

Si el cañon enemigo no alcanza á batir este recinto , se hará el parapeto á prueba de fusil ; pero de otra suerte se le dá el espesor ordinario disponiendo que todas sus partes se defiendan mútuamente.

Es muy util en estas Plazas plantar al pie del revestimiento una fila de largas y bien unidas estacas , para que formen una barrera que impida la escalada.

Si la Plaza no está rodeada de pantanos por todas partes , ó si estos tienen poca profundidad , y pueden desecarse , se deberá fortificar con las mismas precauciones , que la que se halla situada sobre terreno firme. Pero quando las lagunas son inaccesibles en todo tiempo , y solo cubren algunos frentes , se fortificarán estos mas sencillamente que los que pueden ser atacados con facilidad ; á cuya circunstancia debe atender-

derse para proporcionar la fuerza de la defensa con relacion á las ventajas ó embarazos que el terreno ofrezca al enemigo en la direccion de sus ataques (*a*). Sin embargo sería conveniente, como lo advierte el Caballero de Ville, que en semejantes fortalezas no hubiese frente alguno sin estar bien flanqueado, aun quando correspondiese á un precipicio ú otro parage inaccesible, pues los flancos son útiles en qualesquiera situaciones para descubrir la campaña; es verdad que en estos casos no necesitan de tanta capacidad, porque el enemigo no puede arruinarlos con sus baterías; por cuya razon tal vez será suficiente un recinto formado de ángulos entrantes y salientes, quando las circunstancias del terreno solo hacen temible la sorpresa.

En

(*a*) Baxo el nombre de ataques se comprehenden todas las obras que hace el sitiador para acercarse á la Plaza y rendirla.

En las Plazas situadas sobre terreno pantanoso, ordinariamente se construye antefoso, y antecamino cubierto dando al antefoso la mayor latitud posible para que el enemigo encuentre mas dificultad en el paso. Tambien se establecen diferentes obras pequeñas al alcance del fusil del antecamino cubierto en los parages mas firmes del pantano, y desde donde puedan oponerse con ventaja á los progresos de los ataques disponiéndolas de manera que el enemigo no pueda apoderarse de ellas, pues le servirian en perjuicio de la Plaza, y á este fin se hacen de poca elevacion sobre el nivel del pantano, observando que siempre queden dominadas por el antecamino cubierto.

Las fortalezas circuidas de lagunas se comunican con la campaña por calzadas ó puentes de madera, en medio de los quales se construyen pequeños fuertes para defender el desembocadero. Si en el

pan-

pantano hubiese parages secos, se hace pasar por ellos el puente ó calzada, situando allí la obra mas adequada á su defensa. Tambien se asegura la cabeza de estas comunicaciones (las quales siempre deben quedar enfiladas de la Plaza) con algun frente de fortificacion, que mantenga distante al enemigo, y le obligue á formar ataque regular para apoderarse de ellas.

III.

De las Plazas situadas sobre lugares eminentes.

158. Quando una Plaza está situada en lugar eminente deben avanzarse sus fortificaciones para descubrir toda la extension de la pendiente. Si esta es escarpada por algunas partes, se ajusta el recinto á su figura; pero se hacen en ella flancos, y ángulos salientes para defender el pie de la muralla, y descubrir los caminos hondos por donde podria

acercarse el enemigo. Los demás lados del recinto se fortifican con baluartes como en las situaciones llanas.

Siendo mui grande el declivio, se construyen diferentes obras unas delante de otras para poder dominarlo hasta su extremo, arreglando la altura del terraplen y parapeto de suerte, que las mas elevadas ó próxîmas á la Plaza descubran á las mas distantes: su extension y figura se determinan segun el objeto y naturaleza del terreno.

Si la fortaleza está situada sobre la falda de una montaña, ó en lo mas baxo de un valle, es necesario ocupar la altura, quando puede hacerse sin estender demasiado las fortificaciones; pues de otra suerte quedaria la Plaza dominada, y siempre serian muy defectuosas sus obras. En semejantes casos puede fortificarse la altura con una Ciudadela, como se ha practicado en Besanzon, ó construyendo diferentes castillos desde

de lo mas elevado de la dominacion hasta la Plaza. Así lo executó el Mariscal de Vauban en Friburgo Capital de Brisgau, ocupando una montaña inmediata con quatro fuertes, de los quales el mas próxîmo á la Plaza era el castillo que dominaba á sus fortificaciones, y seguian en situacion mas elevada succesivamente el fuerte del Aguila, el de la Estrella, y el de S. Pedro, que estaba colocado sobre lo alto de la montaña: tambien se habia construido hácia un lado de ella una obra en figura de revellin, llamado el *caracol*, que se comunicaba con el fuerte de la estrella; y el otro lado estaba defendido por un reducto grande, bien revestido.

Con la buena disposicion de todas estas obras quedó la Plaza capáz de la mas vigorosa defensa por parte de la montaña; y si en los sitios que sufrió el año de 1713, y el de 1744 se hubiesen dirigido los ataques del enemigo contra los refe-

ridos Fuertes, no tiene duda que le hubiera sido muy costoso el tomarlos. El Baron de Arche, que se distinguió tanto en la defensa de Friburgo, quando fue sitiada la primera vez, no hubiera adquirido menos gloria en la de aquellas obras.

Si las alturas están demasiado distantes para ocuparlas con Fuertes ú otras obras, y que no obstante el enemigo puede incomodar desde allí con su cañon á la Plaza, se construyen en esta gruesos espaldones de tierra ó mampostería á lo largo de las capitales, ó donde cubran mejor de la dominacion. Quando hay bastante tierra, es mejor hacer caballeros en los baluartes, pues á mas de producir estos el mismo efecto que los espaldones, sirven tambien para descubrir á mayor distancia al enemigo, y destruir mas facilmente sus trabajos. Véase lo que diximos, número 73.

IV.

IV.

De las Plazas marítimas.

159. Las fortalezas situadas á la orilla del mar, se fortifican por parte de tierra de la misma suerte que las otras Plazas; pero en orden á las obras que corresponden á los frentes del mar, hay mucha variedad segun la disposicion del puerto, y circunstancias del fluxo y refluxo.

Llámase puerto de mar ó *abra* una porcion de mar que se introduce en tierra, ofreciendo segura retirada á los mayores navíos contra las tempestades y ataques del enemigo, y proporcion de arrimarse á las Ciudades.

Para que un puerto sea bueno, es preciso que las embarcaciones puedan arribar á él en todo tiempo, sin que el viento lo estorve: que la embocadura sea bastante estrecha para poderse cerrar y defender facilmente: que los baxeles se acerquen á la ori-

orilla ó muelle para cargarlos y descargarlos sin embarazo ; y finalmente que encuentren seguridad en tiempos borrascosos , y estén libres de ser quemados , ó destruidos por el enemigo.

La disposicion natural de los puertos proporciona ordinariamente abrigo contra los movimientos y agitacion de las olas ; pero para que las embarcaciones queden libres de todo insulto , es preciso que la entrada esté defendida , ó por la naturaleza de la costa , ó por obras de fortificacion que dominen y cubran el paso.

A este efecto suelen construirse dentro de la mar hasta donde lo permite su profundidad fuertes calzadas, y gruesos muelles , arrojando grandes piedras para asegurar el cimiento de la obra , y en su extremidad se colocan baterías ó fuertes , que con el cañon impiden la aproxîmacion de los baxeles enemigos.

La figura de estos fuertes ordinariamente es circular , ó determina-
da

da por la que tiene el sitio donde se construyen : su parapeto es de mampostería con cañoneras en todo el circuito para dirigir los tiros á qualquiera parte.

Tambien se construyen baterías en aquellos parages de la costa que son ventajosos para defender la entrada del puerto, formando el parapeto en linea curva, arco de círculo ó elipse, á fin de descubrir mayor extension de mar.

Quando la entrada del puerto tiene poca latitud se cierra con cadenas ó mástiles, que se levantan y baxan segun el movimiento del agua, é impiden el paso á toda especie de baxeles. Pero siendo muy ancha la referida entrada, se construye hácia el medio de ella, quando el mar lo permite, una batería que defiende sus extremos, y está defendida por los fuertes situados sobre ellos. En el mismo sitio suele ponerse una torre con su linterna, que sirve de guia á las embarcaciones, para

que de noche no peligren.

Las diferentes especies de puertos se pueden reducir á tres clases, que son naturales, artificiales y mixtos. En la 1ª se comprehenden todos aquellos, cuyas ventajas principales nacen de su disposicion natural. En la 2ª los que ha construido el arte por medio de diferentes obras, executadas en la mar, como muelles, diques, *escollera*, y otros reparos, con los quales se forma una especie de balsa, cuya entrada está defendida por baterías; y finalmente á la 3ª clase se reducen todos aquellos puertos, para cuya construccion la naturaleza y el arte se han prestado mutuos auxîlios.

Serian menester explicaciones muy difusas para dár una ligera idea de las obras y trabajos que deben practicarse en las Plazas marítimas á fin de proporcionar á los puertos la seguridad y ventajas correspondientes á su destino y objeto. Los que quisieren adquirir profundos conocimien-

mientos en esta materia pueden consultar la segunda parte *de la Arquitectura hidráulica de Belidor*, que es la mejor obra que se ha escrito sobre ella.

Las Plazas marítimas necesitan, á mas del puerto, de una buena rada, que es un espacio de mar poco distante de la costa y puerto, en donde puedan estar ancoradas las embarcaciones, y á cubierto de vientos y borrascas; pues de otra suerte las que esperan fuera del puerto la marea ó viento favorable para entrar en él, correrian riesgo de fracasar contra la costa.

Si en el puerto ó *abra* hay agua suficiente para que los baxeles puedan entrar, y salir en todo tiempo, se llama puerto ó *abra de entrada*; pero si en su embocadura se encuentra una elevacion de arena, á que se dá el nombre de barra, y que para pasar sobre ella es preciso aguardar la marea, el puerto se llama *abra de marea*, ó *de barra*.

Pa-

Para que una Ciudad sea reputada por puerto de mar no es necesario que esté situada precisamente sobre su orilla : basta que los baxeles puedan acercarse á ella con seguridad por medio de un canal ó rio, como sucede en Londres , Ruan, Burdeos , Nantes &c.

Los puertos de esta especie que están tierra adentro no tienen ordinariamente necesidad de fortificarse ; pues para su seguridad será suficiente guarnecer con buenos reductos y baterías las márgenes del rio ó canal que conduce á los referidos puertos.

Quando el mar no tiene fluxo ni refluxo , las Plazas situadas en su orilla se fortifican casi ordinariamente de la misma suerte que las que están sobre rios grandes. El puerto debe quedar defendido por el fuego del recinto , ó encerrado dentro de él , y que su entrada corresponda al medio de una cortina , cuyos dos extremos estén bien asegurados

con

con gruesos murallones de mampostería, que hagan curvatura hácia la Plaza.

Un muelle construido cerca del puerto, y sobre él una torre espaciosa, ó reducto guarnecido de cañones contribuiría mucho á su seguridad. Toda la parte del recinto que mira hácia la mar, debe tener parapeto de mampostería con cañoneras y aspilleras para hacer fuego sobre los baxeles que pudieran acercarse á batir la Plaza.

Si la mar tiene fluxo y refluxo, se fortificará la Plaza con mas cuidado por esta parte, pues el enemigo pudiera aprovecharse del intervalo de las mareas para atacarla y sorprenderla. Ordinariamente se construyen en estos casos una especie de canal desde la baxa marea hasta la alta, el qual sirve para conducir al puerto los baxeles, y se forma con dos grandes diques ó muelles de madera y fagina, en cuyos extremos se colocan baterías ó fuertes para ase-

asegurar la rada y entrada del puerto, é impedir que el enemigo se acerque á cañonear ó bombardear la Plaza. De esta suerte se habian construido en Dunkerque dos fuertes de madera, media legua dentro del mar, los quales estaban sostenidos por otros tres, llamados el *Risban* (*a*), *el fuerte de reves*, y *el fuerte blanco*; cuya descripcion, así como la de los muelles referidos, puede verse en el primer volumen de la segunda parte de la *Arquitectura hidráulica*, donde tambien se trata de la disposicion y orden de las esclusas para limpiar el puerto y canal.

En Calais hay tambien dos fuertes

(*a*) Por *Risban* se entiende un castillo, ó pequeño fuerte construido dentro la mar á corta distancia de la orilla, sobre un banco de arena, cuyo nombre (originado de *Riche-ban*, como lo dice el señor Belidor en su *Diccionario del Ingeniero*) ,,hace alusion al gasto excesivo que ,,exîge la construccion de esta especie de ,,castillo.,,

tes llamados *el roxo*, y *el verde*, construidos en la mar, para alexar de la Plaza á las embarcaciones enemigas, y sostenidos por otro fuerte ó *Risban*, que sirve asimismo á la defensa del puerto: á un quarto de legua de la Plaza referida está el fuerte de *Nieulle*, en figura de paralelogramo ó quadrilongo, con quatro baluartes, el qual encierra las esclusas de que puede hacerse uso para inundar los contornos de la Plaza, excepto los del frente, que corresponden á la parte de Gravelinas, el qual es el único, que puede ser atacado, y por esta razon se ha fortificado con mucho cuidado.

Los puertos del mar mediterraneo donde el fluxo, y el refluxo es imperceptible, no necesitan de canal, porque los baxeles pueden entrar inmediatamente sin aguardar la marea; pero así en lo interior de estos, como en los del mar Océano, se hace muchas veces otro pequeño puerto para dár carena, y reparar las em-

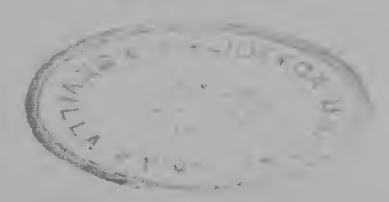
barcaciones. En Dunkerque, y Havre de Gracia dán el nombre de *balsa* á este pequeño puerto: En Calais, el de *paraiso*; y en el mar mediterraneo se llama *darsena*: allí hibernan ordinariamente las galeras.

Las Ciudadelas son muy necesarias en las Plazas marítimas, particularmente quando es facil la entrada del puerto; porque pudiendo ser sorprendidas estas Plazas por mar, hallarán prontos socorros en las Ciudadelas, fustrando las tentativas y designios del enemigo; á cuyo efecto se construyen de manera, que dominen la Plaza, el mar, y la campaña, como la de Havre, que es muy recomendable por su situacion.

V.

De los fuertes de campaña.

Por fuertes de campaña se entienden diferentes obras defensivas, que se hacen en tiempo de guerra para guardar puestos importantes, for-



fortificar algunas partes del campo, cubrir la cabeza de los puentes &c. Poco mas ha de un siglo, que tambien se guarnecian con ellos las lineas de circunvalacion, y las que formaban los quarteles de los exércitos (*a*); pero la rapidez con que se hicieron los sitios en tiempo de Luis XIV. fue causa de que se suprimiesen casi enteramente en las circunvalaciones. Sin embargo siendo cierto que semejantes obras pueden ser muy útiles en diferentes ocasiones, nos ha parecido conveniente enseñar el método de construir no solo las que ordinariamente se usan en campaña, sino tambien las que practicaban los antiguos Ingenieros para fortificar sus lineas, y por cuyo medio las ponian al abrigo de toda hostilidad.

La magnitud de los fuertes de campaña varía segun el objeto á que se destinan: su linea de defensa

(*a*) Véase la segunda edicion del tratado del *Ataque de las Plazas*.

sa se hace siempre menor que la de las Plazas fortificadas, y puede estenderse de 40 á 60 toesas, que es poco mas ó menos la mayor longitud que debe darse al lado de estos fuertes: tienen un foso de 12 á 15 pies de latitud sobre 8 ó 9 de profundidad: su parapeto es de 9 á 10 pies de espesor, y $7\frac{1}{2}$ de alto: quando por la naturaleza del terreno ú otras consideraciones se le dá mayor altura, se hacen dos ó mas banquetas, y debe quedarle siempre sobre la mas alta $4\frac{1}{2}$ pies de elevacion. Quando el tiempo y circunstancias lo permiten, tambien se construyen estas obras con camino cubierto y estacada; la qual será muy util á la defensa si se coloca orizontalmente hácia el extremo exterior del parapeto, quando los fuertes tienen mas de 9 pies de elevacion. Si estos se construyen para guarnecer las lineas y quarteles, la altura, y latitud de su parapeto y foso deben ser algo mayores que las dimensiones seme-

jan-

jantes de las lineas á que se unen. Los fuertes de campaña triangulares ó quadrados que tienen poca extension, se llaman reductos: quando están fortificados con baluartes ó medios baluartes se les dá generalmente el nombre de fortines ó fuertes; y quando tienen mas de quatro lados se dicen fuertes en figura de estrella.

De los reductos.

La magnitud de los reductos, y de todos los demas fuertes de campaña se determina por el número de Tropas que deben guarnecerlos: regularmente suele contarse un hombre por cada 3 pies de longitud en toda la extension del parapeto; de forma que siguiendo este principio á un reducto quadrado que hubiese de contener 40 hombres le corresponden 5 toesas de lado interior; pero como la latitud de la banqueta, que es de 3 pies á lo menos, disminuye en cada lado cerca de una toesa, se hará de 6 toesas el lado refe-

rido, debiendo tener esta dimension el mas pequeño reducto.

Por el mismo método se sabrá la longitud que corresponde al lado interior de qualquier reducto proporcionándola al número de hombres que debe contener, y al fondo que conviene dár á su formacion para resistir los ataques del enemigo.

Debe advertirse que no teniendo los reductos otra defensa sino la directa, son menos ventajosos quando se hacen grandes que no disponiendo su recinto en ángulos entrantes y salientes, como veremos luego: por esta razon es conveniente que el lado interior de los mayores no pase de 10 á 12 toesas.

La entrada de los reductos se establece hácia el medio de uno de sus lados dándole 2 ó 3 pies de latitud, quando no hubiese de pasar cañon, pues en este caso se hace de competente extension; como tambien el puente que se construye sobre el foso, al extremo del qual se suele co-

colocar otro puente levadizo, que cierra el paso quando está levantado. El cañon se pone á barbeta en los diferentes ángulos del reducto.

Algunas veces pueden emplearse tambien los reductos con mucha utilidad para cubrir el frente de un Exército: así lo juzgaba el Mariscal de Saxonia; y no tiene duda que estas obras son capaces de detener al enemigo, destruir su fuerza, y desordenar las disposiciones de su ataque; á cuyo efecto conviene situarlas de manera que disten entre sí 50 ó 60 toesas, que se flanqueen recíprocamente, y que no estén sobre una misma recta sino formando ángulos entrantes y salientes: tambien es ventajoso muchas veces oponer un ángulo del reducto al enemigo á fin de que el fuego de esta obra se dirija á su flanco, quando se avanza para el ataque. En semejantes casos deben ser los reductos capaces de contener 1000 ó 1200 hombres, segun el Mariscal de Saxonia.

Para acabar de dár una idea exâcta de esta especie de obras, véase el plano de un reducto en la lámina 20 figura 1ª, con su perfil, figura 2ª.

a representa el declivio de la banqueta.

b la banqueta.

c el parapeto.

d la escarpa, ó declivio exterior.

f el foso.

g la contraescarpa, ó declivio del lado exterior del foso.

h pequeña esplanada para cubrir el lado exterior del reducto, y que el fuego de él no sea tan fixante quando se acerca el enemigo.

La figura 3ª, lámina 20 representa el perfil de un reducto, cuyo parapeto es mas elevado que el del precedente: tiene dos banquetas *n*, *o*, con la palizada *l*, y la berma *m*.

Los números que expresan las dimensiones de las lineas en los perfiles referidos, hacen superflua qualquiera otra explicacion para su inteligencia.

Ob-

Observaremos solamente: 1° que es importante que el parapeto de las obras de campaña sea bastante elevado para cubrir los defensores, á cuyo efecto nunca debe tener menos de 6 pies de altura. El Mariscal de Vauban la determina de $7\frac{1}{2}$ pies sobre el nivel de la campaña en los mayores perfiles; y así puede seguirse este método generalmente á menos que otras razones particulares no obliguen á hacer alguna variacion, como quando es necesario dominar el terreno inmediato, descubrir caminos hondos é impedir la enfilada de alguna altura &c. pero debe advertirse, que quanto mayor elevacion tenga el parapeto, mas fixante será su fuego, y consiguientemente menos peligroso.

2.° Que el grueso del parapeto debe proporcionarse al efecto que hacen las armas con que ha de batirse: 3 pies bastan, segun el señor Clairac, para resistir al fuego del fusil: v. g. en el retrincheramiento de una gran

guardia. Si la obra es de mayor consideracion se podrá hacer de 4½ pies. Pero quando el ataque ha de formarse con artillería, se darán 6 ú 8 pies de grueso al parapeto, y aun puede aumentarse hasta 12 en los campos atrincherados, cabezas de puente, reductos, y otras obras que están expuestas á sufrir un fuego violento de cañon.

3.º Que el declivio del parapeto no debe hacerse tan grande, que debilite demasiado su cresta ó parte superior: es verdad que quanto mayor inclinacion tenga, se descubrirá la campaña hasta mas cerca de la contraescarpa; pero tambien quedará el soldado mas expuesto al fuego enemigo. El señor Clairac en su obra intitulada el *Ingeniero de campaña* dice que un pie de declivio por toesa es suficiente á los parapetos que tienen 6 pies de altura; y que en los demás puede aumentarse segun la misma razon; esto es, que se dén 13 pulgadas de declivio á los parapetos de

de $6\frac{1}{2}$ pies de elevacion ; 14 á los de 7 pies , y 15 á los de $7\frac{1}{2}$. Quando los parapetos son de mayor altura , y menos ordinarios , determina el Autor citado su declivio á 15 pulgadas por toesa.

4.º El declivio de la escarpa depende de la naturaleza de las tierras : si son areniscas y floxas se hará igual á la altura ; pero en las de mejor calidad y consistencia , bastará dár al declivio la mitad , ó las dos terceras partes de la altura. Quando las tierras son ligeras , y tienen poca consistencia , ó quando la altura del parapeto pasa de $7\frac{1}{2}$ pies , se debe dexar hácia su extremo exterior una berma , como la que se representa en *m* lámina 20 figura 3ª , cuya latitud no ha de ser mayor que de 3 pies , á fin de que el enemigo no se sirva de ella para montar con mas facilidad el parapeto. Por esta razon dice el señor Clairac que sería lo mejor redondear la referida berma, ó dár á su plano bastante inclinacion.

5.º La latitud del foso en todas las diferentes obras de campaña debe ser bastante grande para que un hombre no pueda saltarlo, y su menor profundidad se hará de 6 pies. Sin embargo pueden determinarse estas dimensiones con relacion á la cantidad de tierras, que se emplea en la formacion de parapetos, al número de trabajadores, y al mas ó menos tiempo que ofrecen las urgencias para poner la obra en estado de defensa.

Es cierto que quanto mayor sea la latitud del foso mas dificultad tendrá en pasarlo el enemigo: así para los casos ordinarios se determinará de 9, 10, 12 ó 15 pies: en orden á su profundidad, no podrá ser muy grande, quando tiene agua el foso; pero si es seco deberá arreglarse á 8 ó 9 pies, pues si se hace mas profundo no se defenderia bien su interior sin dar demasiado declivio al parapeto, cuya resistencia se disminuiría de esta suerte, y debería des-

descubrirse mucho el soldado para hacer fuego en direccion tan inclinada.

Estas observaciones incluyen generalmente las reglas mas esenciales para formar los perfiles de los fuertes de campaña ; y como pueden tener igual aplicacion á todas las obras de esta especie , solo falta enseñar el método de construirlas , de que se tratará en el artículo siguiente.

Pero notaremos antes que como las partes del reducto no están en disposicion de flanquearse recíprocamente y solo tienen la defensa de frente , quedan delante de los ángulos grandes espacios , sin que pueda ser ofendido en ellos el enemigo por el fuego directo de los reductos. Para remediar este inconveniente se ha ideado la construccion que representa el reducto *Y* ; cuyo parapeto está L. 21.
formado con *redientes* ó dientes de sierra perpendiculares entre sí ; pero como el lado de cada rediente no debe tener á lo mas sino 3 pies , es bien dificil , dice el señor Clairac, cons-

construirlos sin algun revestimiento, y raras veces hay tiempo ni medios para hacerlo en campaña. Así en lugar de semejante disposicion bastará redondear los ángulos, cortarlos ó hacer los reductos circulares, que son los que están defendidos igualmente por todas partes.

Debe advertirse que para hallar el diámetro de un reducto circular, cuya circunferencia se conoce por el número de hombres que ha de guarnecer su parapeto, se hará esta proporcion; 22 es á 7 como la circunferencia dada es al diámetro que se busca.

VI.

De la construccion de los fuertes de campaña.

Los fuertes de campaña se hacen de diferentes figuras, como triángulares, quadrados, y á manera de estrellas.

Aunque el triángulo es la figura me-

menos apta para fortificarse á causa de la poca abertura de sus ángulos, sin embargo como en campaña se encuentran casos en que puede ser util una obra semejante, explicaremos los métodos de fortificarla con baluartes, ó medios baluartes en sus ángulos, ó bien con ángulos salientes en medio de los lados.

Primer método de fortificar el triángulo.

Para fortificar el triángulo *AKC* se dividirá el lado *AC* en cinco partes iguales, dando á cada semigola *AD*, *EC* una de estas partes: divídanse tambien en dos partes iguales los ángulos *A*, *C* del triángulo, y en la prolongacion de las rectas, que hacen la division, tómense *AH*, *CL* iguales á las semigolas *AD*, *EC*: desde los puntos *D*, *E* se tirarán las líneas de defensa *DL*, *EH*; y en los mismos puntos se formarán con la cortina *DE* los ángulos *EDF*, *DEG* de 100 grados, con lo que quedarán de- *L. 21. Fig. 2.*

determinados los flancos *DF*, *EG*, y las caras *HF*, *GL* de los medios baluartes que corresponden á este frente : haciendo la misma operacion sobre los otros lados, se tendrá fortificado el triángulo.

Aunque segun esta construccion, los ángulos flanqueados *H*, *L* resultan de 48 grados próxîmamente, teniéndose por defectuosos los de esta magnitud en las fortificaciones de Plazas, no es lo mismo en las obras de campaña, en donde pueden admitirse muchas veces sin inconveniente.

Método segundo de fortificar el triángulo.

Este método es de mas facil construccion que el antecedente ; pero las partes del triángulo no quedan igualmente flanqueadas.

L. 21. Habiendo de fortificar el triángu-
Fig. 3. lo *ABC* se dividirá el lado *AB* en tres partes iguales *AD*, *DE*, y *EB*: en la prolongacion del lado *CA* tómese *AF* igual *AD*, y tírese *FB* : en el

el punto *D* fórmese el ángulo *BDG* de 100 grados, y quedará determinado el flanco *DG*, y la cara *FG*. Practicando lo mismo en los demás lados, se habrá fortificado el triángulo con un medio baluarte *AFGD* en cada ángulo.

NOTA.

Es evidente, que la parte *DH* del recinto de esta fortificacion queda defendida por el flanco *DG* desde el punto que señala en el foso la direccion de su parapeto; pero el ángulo *D* no tiene defensa alguna; ni la cara *BG* puede sacarla sino muy oblicua del flanco segundo, ó fuego de la cortina *BH*.

Método tercero de fortificar el triángulo.

Este método consiste en reducir el triángulo *ABC* á la figura de una estrella; para lo qual divídase cada uno de sus lados como *AB* en tres partes iguales *AD*, *DE* y *EB*: sobre *L. 21. Fig. 4.*

bre la del medio *DE* fórmese el triángulo equilátero *DFE* ; y obrando de la misma suerte respecto á los otros lados , quedará fortificado el triángulo *ABC*.

NOTA.

Segun esta construccion , tendrán buena defensa los ángulos salientes, pero en llegando el enemigo á los entrantes , ó muertos *D* , *E* no podrá ser visto de parte alguna del recinto ; por cuya razon dixo un Autor Italiano que los fuertes de esta especie mas eran cometas fatales que estrellas propicias para sus defensores.

Sin embargo dos AA. como de Ville y Fritach son de otro dictamen ; y en efecto como ordinariamente la altura del parapeto de semejantes obras es de $7\frac{1}{2}$ pies , no pasando nunca de 9; y su grueso de 6 , 8 ó 10 pies ; solo queda un espacio muy reducido delante del ángulo entrante sin ser visto de alguna parte del recinto : fuera de esto no habiendo que rezelar se alo-

je

je allí el enemigo, pues ganado el foso, será su primer cuidado montar el parapeto, es evidente que los ángulos muertos no tienen en semejantes obras los mismos inconvenientes que en las Plazas bien fortificadas. Así el parecer del Autor Italiano referido no ha impedido el uso de los fuertes en figura de estrella en los sitios mas famosos del siglo precedente. Por otra parte siendo generalmente reconocida la utilidad de los reductos para muchos casos, con mayor razon debe aprobarse la de los fuertes expresados, pues en aquellos todo el foso queda sin defensa, como yá se ha notado; pero en estos solo hay un pequeño espacio cerca del vértice de los ángulos entrantes, donde el enemigo puede estár á cubierto de su fuego.

De los fuertes de campaña, de 4, 5 ó mas lados.

La figura mas ordinaria de los fuertes de campaña es el quadrado.

Los

Los fuertes quadrangulares se distinguen de los reductos quadrados en que aquellos se fortifican con medios baluartes, ó ángulos salientes como los triangulares, pero estos no tienen mas defensa que la directa.

Primer método de fortificar el quadrado.

L. 21. *Fig.* 5. Supóngase que se ha de fortificar el quadrado *ABCD* con medios baluartes.

Divídase cada uno de sus lados, como *AD* en tres partes iguales: en la prolongacion de *DC* hágase *DE* igual á una de estas partes; y tambien *DF*: señálese el punto *G* en medio de *AD*, y tírese la recta *EG*: fórmese en *F* el ángulo *GFH* de cerca de 100 grados, ó mayor que un recto, y se tendrá el medio baluarte *DEHF*, de quien *ED* es la capital, *EH* la cara, *HF* el flanco, y *FD* la semigola. Haciendo la misma operacion sobre los otros ángulos *A*, *B*, *C* quedará fortificado el quadrado.

Mé-

Método segundo.

Sea el quadrado *ABCD* : levántese en medio de cada lado *AD* una perpendicular *EF*, igual á la octava parte del mismo lado, y tírense las lineas *AF*, *DF*. Lo mismo se practicará en los demás frentes para tener fortificado el quadrado á manera de estrella. *L. 22. Fig. 1.*

NOTA.

Debe observarse que quanto menos obtuso sea el ángulo *AFD*, quedarán mejor flanqueadas las dos alas *AF*, *FD*, y resultará menor el espacio indefenso delante del ángulo entrante *F* (véase la nota del número 51.) Pero la magnitud de este ángulo depende de la que tienen los del polígono que se fortifica.

Si los ángulos salientes del quadrado *ABCD* se quieren reducir á 60 grados, se harán de 15 los diminutos *EAF*, *EDF*, y quedará el entrante *AFD* de 150 grados, el qual

no puede ser menor sin que resulten los salientes de menos de 60 grados.

Quando están determinados los ángulos diminutos, y conocido el valor del lado *AD* del quadrado, es facil encontrar por Trigonometría el de la perpendicular *AF*, que sirve para fixar la direccion de las lineas *AF*, *DF*. Haciendo el cálculo resulta que esta perpendicular debe ser próxîmamente igual á la séptima parte del lado del quadrado, siempre que los ángulos diminutos se determinen de 15 grados.

Método tercero.

Supuesto el quadrado *ABCD*, se
L. 22. dividirá cada lado en tres partes
Fig. 2. iguales: sobre la del medio *EF* fórmese el triángulo equilátero *EFG*, y quedará fortificado el quadrado.

Por otro método puede tambien fortificarse igualmente el quadrado con ocho ángulos salientes; para lo qual se le dará primeramente la disposicion que tiene en la figura 1ª de es-

ca

ta lámina : divídase despues cada lado *AF* y *DF* en tres partes iguales: tírese una recta , que una los estremos de las dos partes , que están en medio de las seis en que se han dividido los dos lados juntos *AF* y *DF*: fórmese sobre ella un triángulo equilátero , y executando lo mismo respecto á los demás lados , se tendrá fortificado el quadrado á manera de estrella como el precedente ; pero será mas regular , que este particularmente si se forman los ángulos diminutos de 15 grados , ó se hace la perpendicular *EF* próxîmamente igual á la séptima parte de *AD*.

Método de fortificar el pentágono regular en figura de estrella.

Supóngase que el pentágono regular *ABCDE* ha de fortificarse con cinco ángulos salientes : levántese en medio de cada lado *AE* una perpendicular *FG* igual á la sexta parte del mismo lado : tírense las rectas *AG*, *EG* , y haciendo lo mismo sobre los de- *L. 22. Fig. 3.*

demás lados quedará fortificado el pentágono como se pide.

NOTA.

Si los ángulos salientes de la estrella pentagonal precedente se quieren reducir á 60 grados, se restará este número de 108 grados que es el valor del ángulo del pentágono, y dividiendo el residuo 48 en dos partes iguales se harán los ángulos diminutos *FAG*, *FEG* de 24 grados cada uno.

Si el lado *AE* se supone conocido, se encontrará por Trigonometría, que la perpendicular *FG* debe ser próxîmamente igual á la quinta parte de *AE*.

El pentágono referido se puede fortificar con doble número de ángulos salientes siguiendo las construcciones dadas anteriormente para el quadrado.

Los métodos explicados para la fortificacion de las figuras precedentes pueden aplicarse igualmente á

los

los polígonos de mayor número de lados; pero raras veces sucede construir esta especie de obras con mas de ocho ángulos salientes, á cuyo número deben reducirse segun el señor Clairac, pues habria poca utilidad en aumentarlo.

Habiendo dado yá los preceptos y reglas mas esenciales para la construccion de los fuertes de campaña, solo añadiremos que quando estas obras son de alguna extension, es conveniente hacerles su camino cubierto.

Ahora se dará una pequeña idea sobre el modo de cubrir la cabeza de los puentes en campaña.

De las obras que se construyen para fortificar la cabeza de los puentes.

Estas obras se distinguen particularmente de las precedentes en que están abiertas por la gola.

Quando la latitud de los rios no es mayor que el alcance del fusil, suele cubrirse la cabeza de los puen-

tes con un gran revellin, cuyas caras estén defendidas por atrincheramientos formados de ángulos entrantes y salientes, y situados en la orilla opuesta. Si el puente está colocado en un ángulo entrante del rio, las caras de la obra que le defiende, estarán mas protegidas por el fuego de los retrincheramientos referidos.

Si la anchura del rio es demasiado grande para que el fuego de la orilla opuesta á la cabeza del puente pueda flanquear las caras de la obra que la cubre, se construirán en ella flancos que defiendan sus alas, atendiendo á que tambien los lados de estos flancos sean protegidos por otros atrincheramientos formados á esta parte del rio. Quando su latitud es mayor que el alcance del fusil, suele establecerse el puente en aquel parage en que el rio forma alguna pequeña Isla á fin de construir en ella atrincheramientos y baterías, que defiendan la obra con que se cubre la cabeza del puente, dis-

disponiéndolas de manera que puedan ser sostenidas por el fuego de las tropas que guarnecen la orilla opuesta.

Las obras que se construyen para la defensa de los puentes deben ser capaces de contener gran número de tropas, á fin de poder resistir á los esfuerzos del enemigo que intente apoderarse del puente, y detener el ímpetu de sus ataques en caso de retirada mientras los defensores pasan á la otra orilla. El señor Folard hablando de esta materia, refiere que habiendo sido fortificada la cabeza de un puente sobre el Ada año de 1705 con una obra muy considerable, que podia contener 700 ú 800 hombres, y cuya construccion fue dirigida por un Ingeniero Italiano llamado Massoni; el Príncipe de Vaudemont le reprehendió severamente por haberla hecho tan grande, *como si la cabeza de un puente*, dice el Autor citado, *pudiera defenderse sino por medio de obras*

de mucha extension. El suceso posterior de la batalla de Casano acreditó la utilidad de semejante obra, y el discernimiento y prudencia con que fue construida.

Quando la obra con que se cubre el puente tiene figura de revellin, debe hacerse bastante grande y proporcionada á los objetos á que se destina. En su construccion no parece puede ofrecerse dificultad alguna; pues se reduce á formar un triángulo cuya base sea la orilla del rio, y que sus lados hagan ángulo saliente hácia la campaña. Las demás obras que se establecen con el mismo objeto son tenazas simples y dobles, hornaveques, y algunas veces coronas.

La diferencia entre las tenazas de que aquí se trata, y las que se construyen en las Plazas, consiste particularmente en la magnitud ó disposicion de sus alas.

Cons-

Construccion de la tenaza simple.

Para construir una tenaza simple, se determinará la longitud del lado *AB* segun convenga á la capacidad y objeto de la obra; y suponiendo que en el caso presente es de 60 toesas, se marcará el referido lado á la misma distancia poco mas ó menos de la orilla *CD*: divídase *AB* por medio en *E*, y levantando la perpendicular *EF* igual á la quarta parte de *AB*, se tirarán las rectas *AF*, *BF*, las quales formarán el ángulo entrante de la tenaza. En los puntos *A*, *B* levántense sobre *AB* las perpendiculares *AC*, *BC*, y quedará delineada la magistral de la tenaza, á la qual se dará parapeto y foso, con camino cubierto si el tiempo y circunstancias lo permiticsen. *L. 22. Fig. 4.*

Construccion de la tenaza doble.

Para construir la tenaza doble, se formará primero la simple *CAEBD*: divídanse despues por medio en *G* y *L. 22. Fig. 5.*

F

F los lados *AE*, *EB*: alárguese tambien la perpendicular *EL* hasta que *LK* sea igual á la mitad de *AG*, y tirando las rectas *KG*, *KF*, quedará trazado el frente *AGKFB* de la tenaza.

NOTAS.

1.ª Estas tenazas se emplean algunas veces en la fortificacion de los campos, lineas, y aun Plazas con el fin de ocupar diferentes parages en donde podria establecerse el enemigo, é incomodar á los defensores en sus obras.

2.ª Quando la gola de las tenazas es menor que su frente, se llaman de *cola de golondrina*; y si la gola se hace mayor que el frente, serán tenazas *á contra cola de golondrina*.

3.ª Es bastante ordinario el construir flancos á la extremidad de las alas, como se representan en la figura 6ª (*lámina* 22.); ó bien disponiéndolos de suerte que formen án-

gu-

gulo entrante, á cuyo fin se prolonga la gola *CD* (figuras 4ª y 5ª) á uno y otro lado sobre la orilla del rio hasta que cada parte prolongada sea igual á la mitad de *AC* ó *BD*, y despues se tiran rectas á los extremos de estas prolongaciones desde dos puntos señalados en medio, ó en las dos terceras partes de las alas, contando desde *A* y *B*.

Construccion del hornaveque.

Para construir un hornaveque sobre la cabeza de un puente, determinado el frente *AB*, y las alas *AC*, *BD*, puede servir el método explicado número 104; y al mismo fin se propone el siguiente, que el señor Clairac tiene por mas ventajoso en el presente caso. *L. 22. Fig. 6.*

Fórmese primeramente un quadrado *ABDC*, y divídase cada lado en quatro partes iguales: sea *AE* una de estas partes, y tambien *BF*: tírese *EF*, sobre la qual se determina-

narán las semigolas *EG*, *FH* iguales á *AE* y *BF*: tírense tambien las líneas de defensa *AH*, *BG*, y levántense sobre ellas las perpendiculares *GK*, *HL*, que serán los flancos del frente del hornaveque *AKGHLB*.

Prolónguese despues *CD* á una y otra parte hasta que *CR* y *DS* sean respectivamente iguales á la quarta parte de *CD*; tómense *CM*, *DN* de la misma longitud, y desde los puntos *R*, *S* tírense las *RO*, *SP* al medio de los lados *AC*, *BD*, sobre los quales se levantarán en *M* y *N* las perpendiculares *MT*, *NV* terminadas por *RO*, *SP*, y prolongándolas hasta *X*, *Z*, de suerte que *MX* y *NZ* sean respectivamente iguales á las mitades de *TM* y *NV*: tírense despues *AX*, *BZ*, y haciendo los ángulos *AXa*, *BZb* de cerca de 100 grados, quedarán formados los flancos *Xa*, *Zb* de las alas del hornaveque.

NOTAS

Sobre la construccion precedente.

Segun la construccion propuesta resultan los flancos del frente del hornaveque mayores que por el método ordinario: el ángulo flanqueado es tambien de suficiente magnitud, y asimismo las caras de los medios baluartes, las quales (como dice el Autor citado) defienden el frente por un fuego que se cruza á distancia proporcionada.

Los flancos *ax*, *bz* quedan dispuestos de manera, que su fuego defiende ventajosamente el terreno inmediato, y por la inclinacion de las alas resulta tambien menos obliqua la defensa de los medios baluartes *Rax*, *Sbz* formados en la gola.

Construccion del hornaveque doble ó corona.

Para construir el hornaveque doble á la cabeza de un puente se tra-

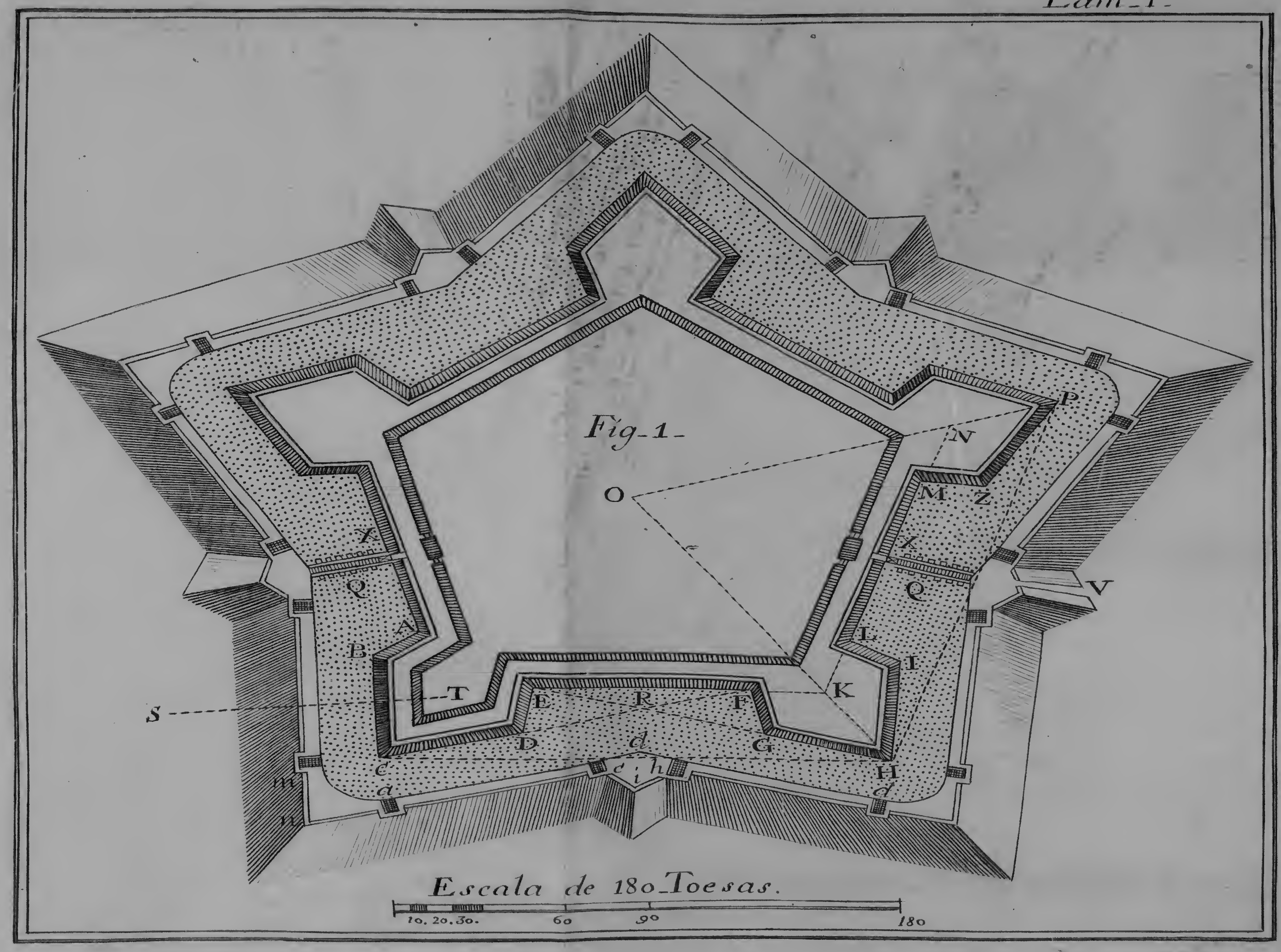
trazará un triángulo, cuya base estará sobre la orilla del rio, y sus lados tendrán la longitud que convenga dár á cada frente, formando el ángulo del vértice de 120 grados próxîmamente.

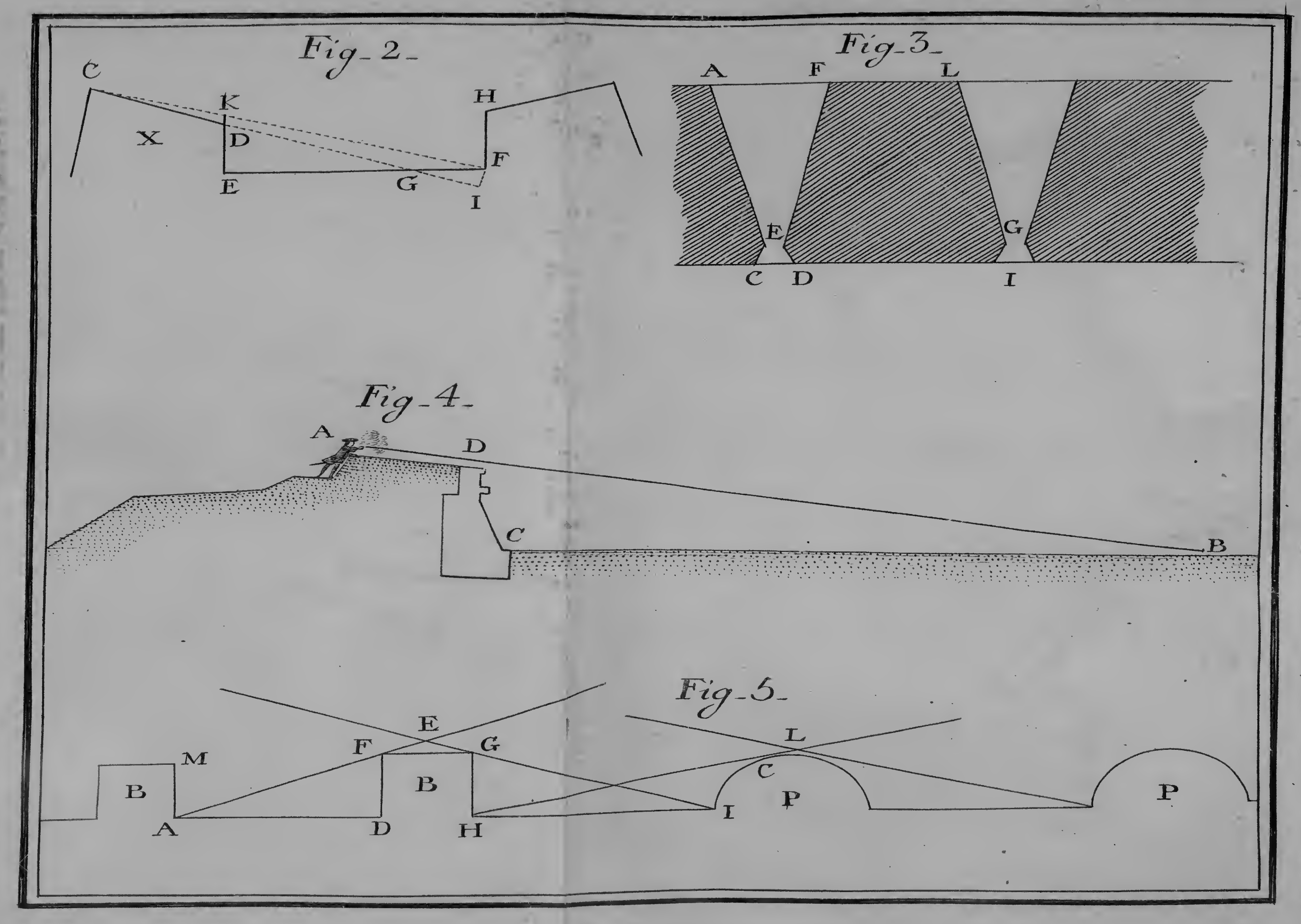
Despues se fortificarán estos lados conforme se ha enseñado en la delineacion del hornaveque doble, número 105; pero los flancos se harán perpendiculares á las lineas de defensa segun el método del Conde de Pagan.

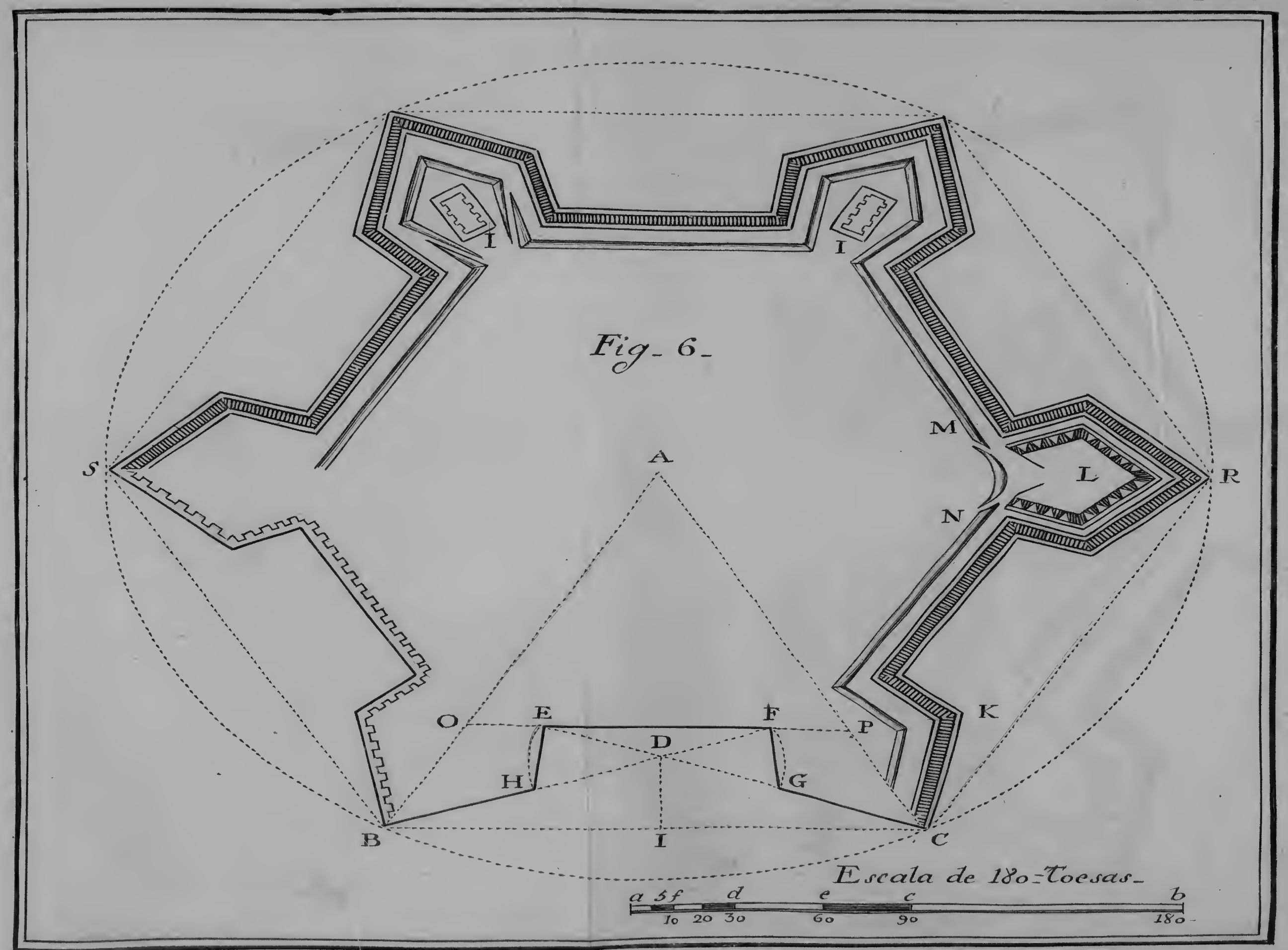
Si fuese conveniente avanzar mas la corona hácia la campaña, se construirá con alas, como el hornaveque simple situando sus frentes á distancia proporcionada de la orilla.

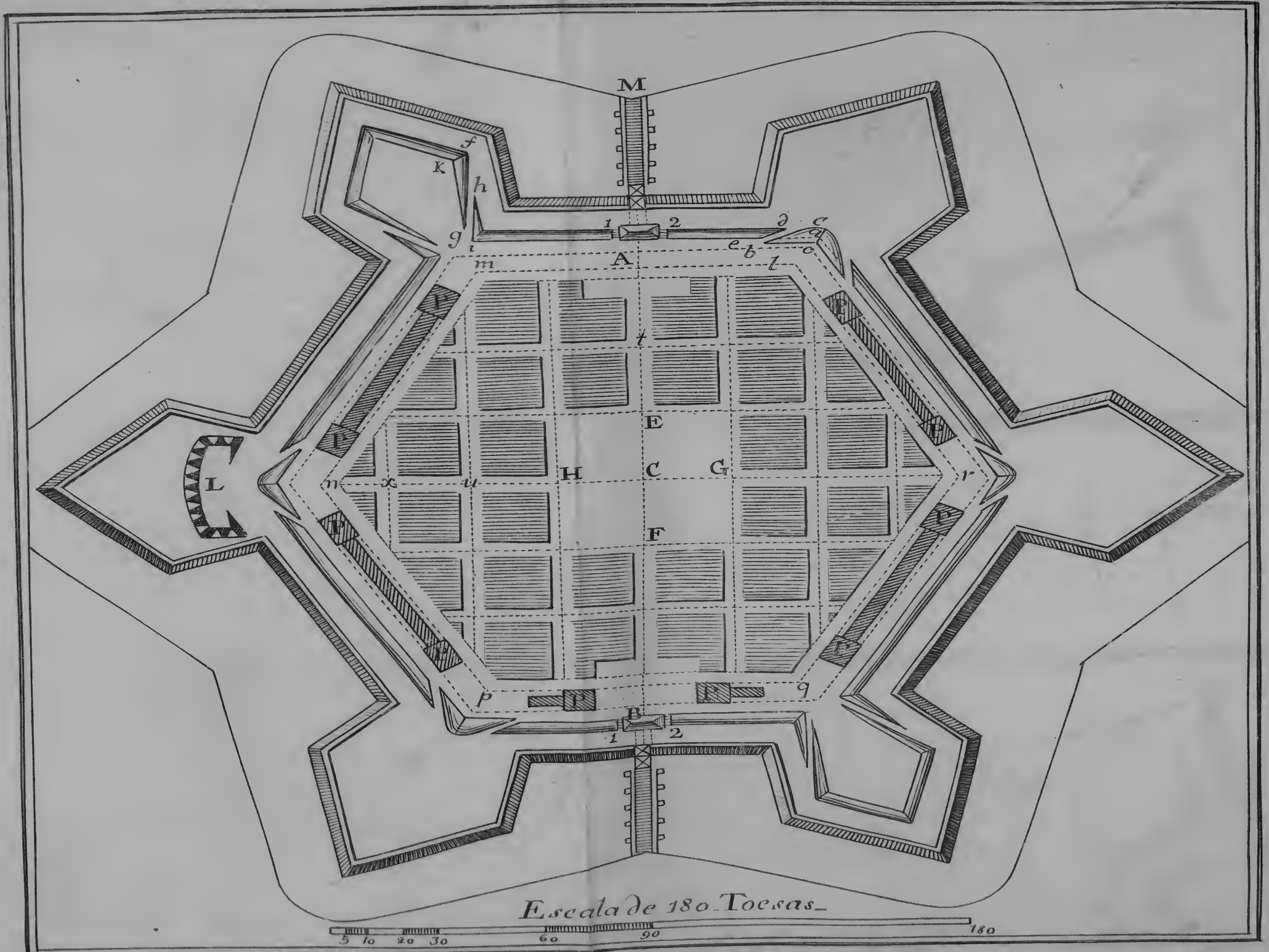
FIN.

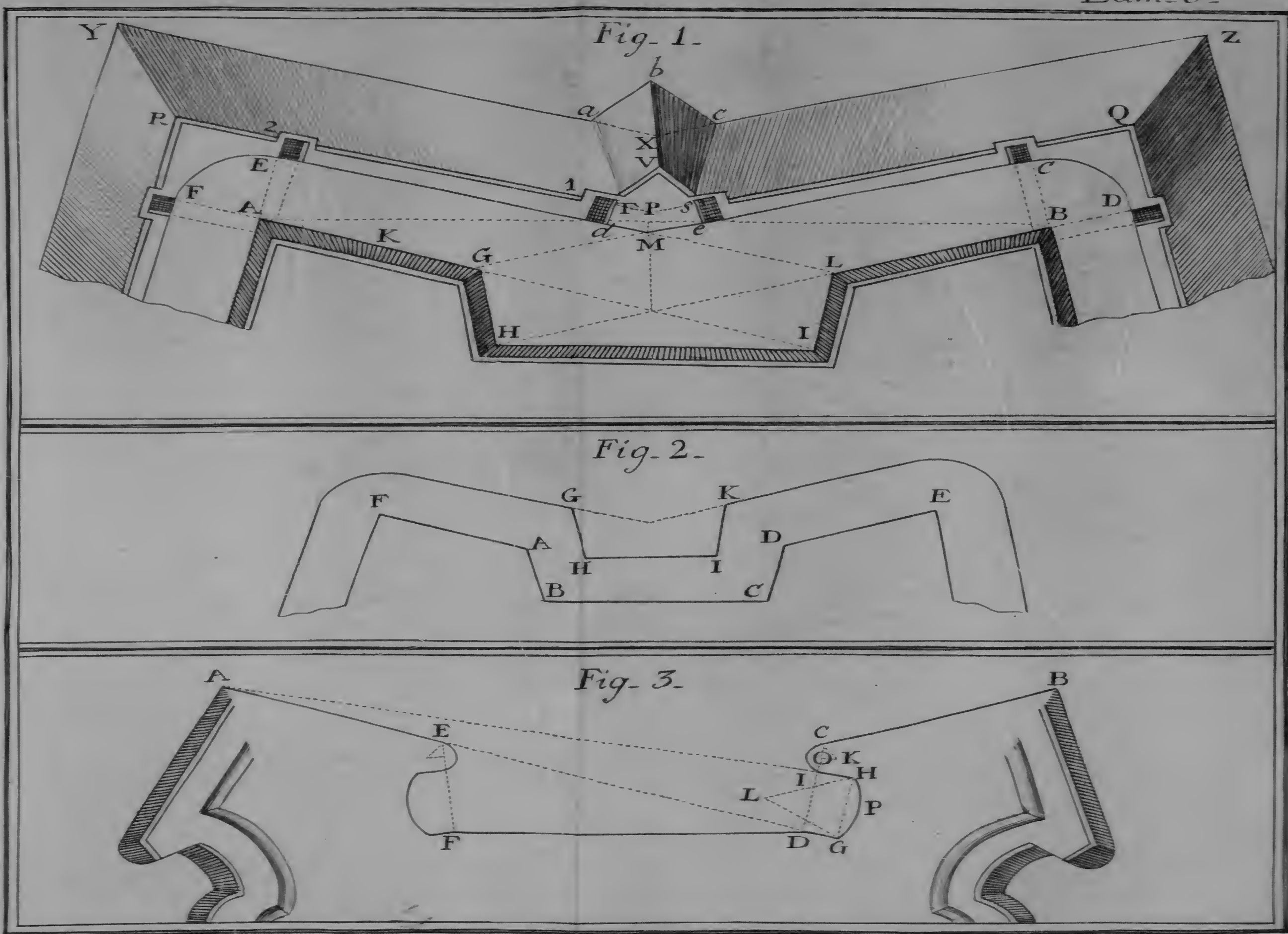
Lam_1.

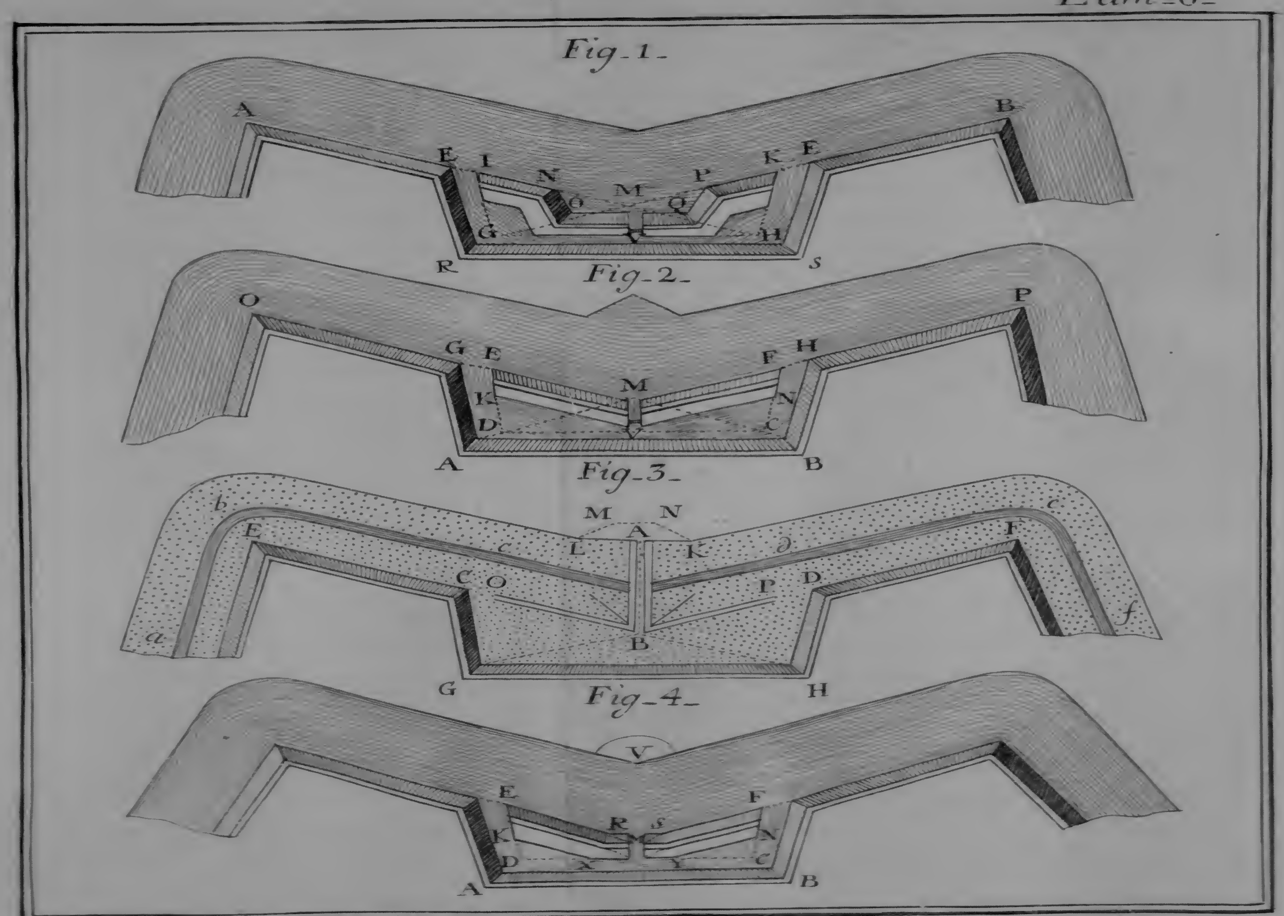

Fig_1_
O
P
N
M
Z
X
Q
V
L
I
K
A
B
T
S
E
R
F
D
G
H
c
a
d
e
i
h
m
n
Escala de 180 Toesas.
10. 20. 30.
60
90
180

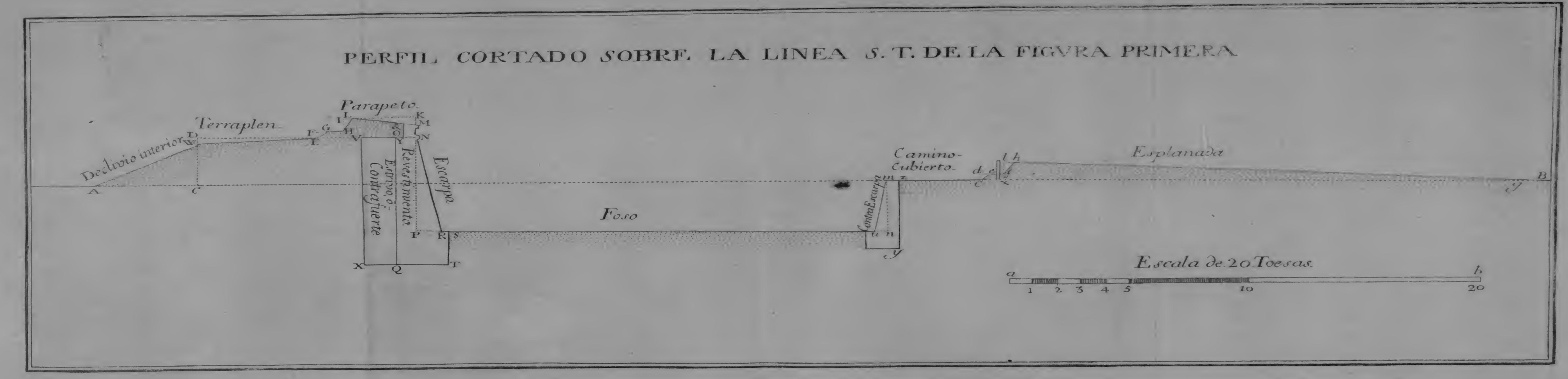

Fig. 2.
C
K
X
D
E
G
I
H
F
Fig. 3.
A
F
L
E
G
C
D
I
Fig. 4.
A
D
C
B
Fig. 5.
E
F
G
M
B
B
A
D
H
L
C
I
P
P

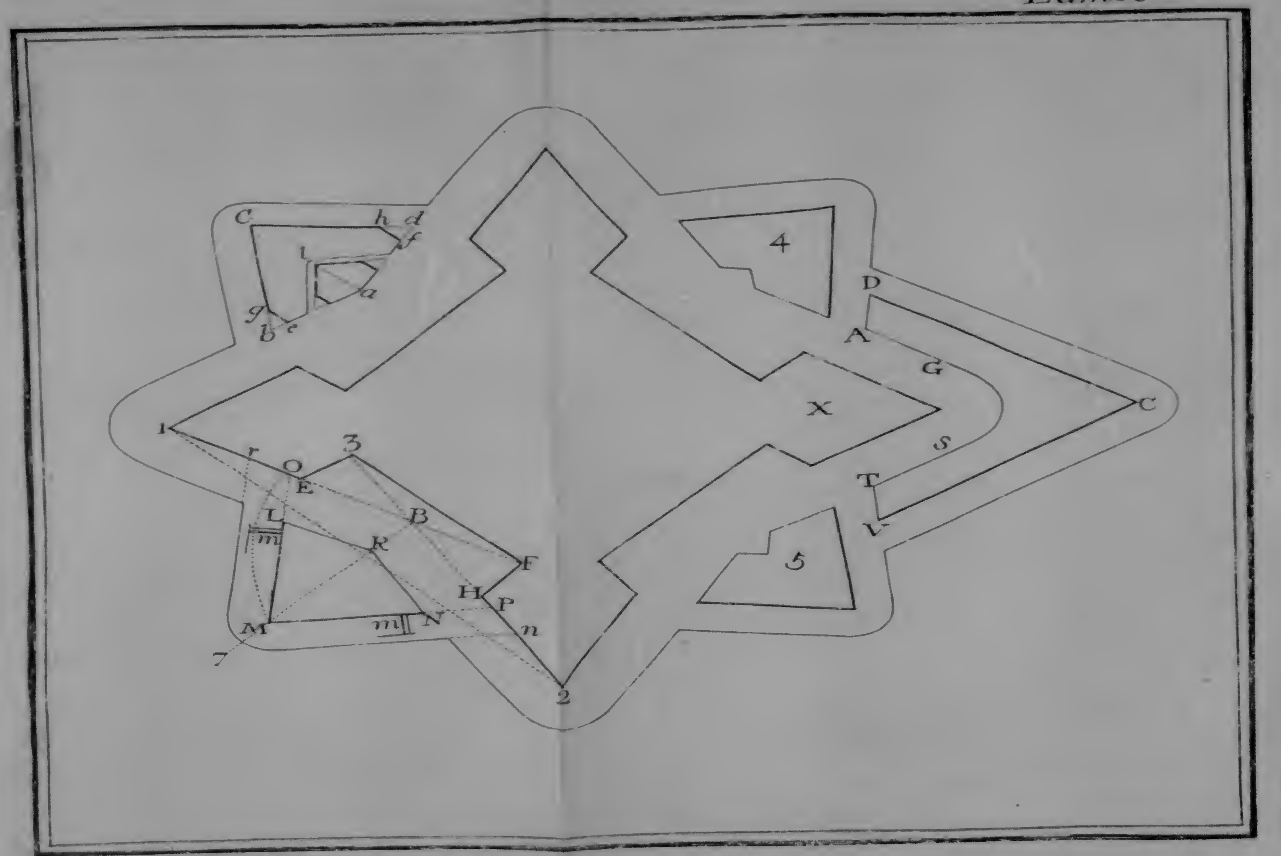

Fig_6_
A
S
R
M
N
L
I
I
K
O
E
F
P
D
H
G
B
I
C
Escala de 180 Toesas_
a 5f d e c b
10 20 30 60 90 180

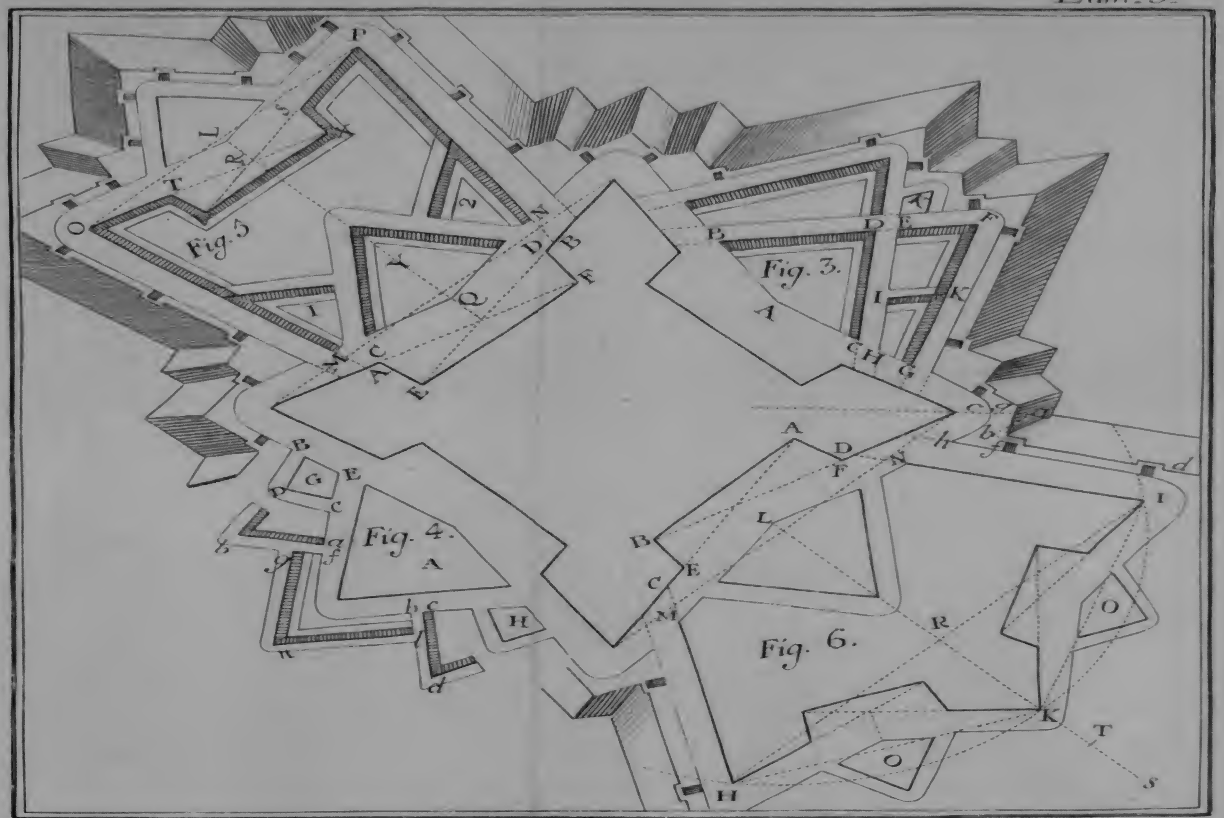

M
f
K
h
g
i
1
2
d
c
a
e
b
o
m
A
l
P
t
E
C
G
H
L
n
x
u
r
F
p
q
B
Escala de 180 Toesas.
5
10
20
30
60
90
180


Fig. 1.
Y
Z
b
a
c
P
Q
2
X
V
E
C
1
F
A
P
D
B
d
e
M
K
G
L
H
I
Fig. 2.
F
G
K
E
D
A
H
I
B
C
Fig. 3.
A
B
E
C
K
H
I
L
P
F
D
G

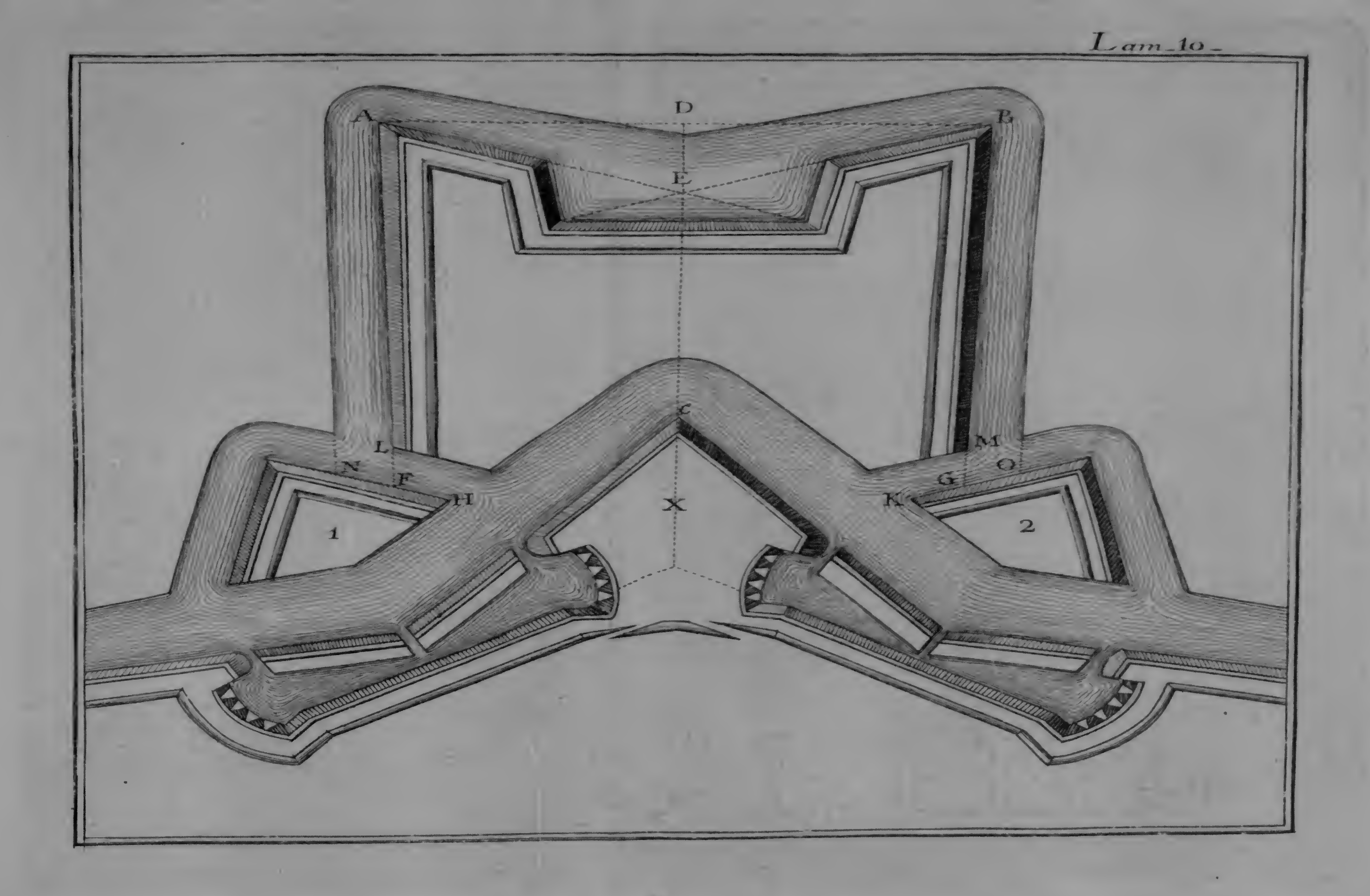

Fig. 1.
A
B
E
I
N
M
P
K
E
O
Q
G
V
H
R
S
Fig. 2.
O
P
G
E
F
H
M
K
N
D
C
A
B
Fig. 3.
b
c
M
N
A
E
L
K
F
c
C
O
P
D
a
B
f
G
H
Fig. 4.
V
E
F
R
S
K
M
N
D
X
Y
C
A
B

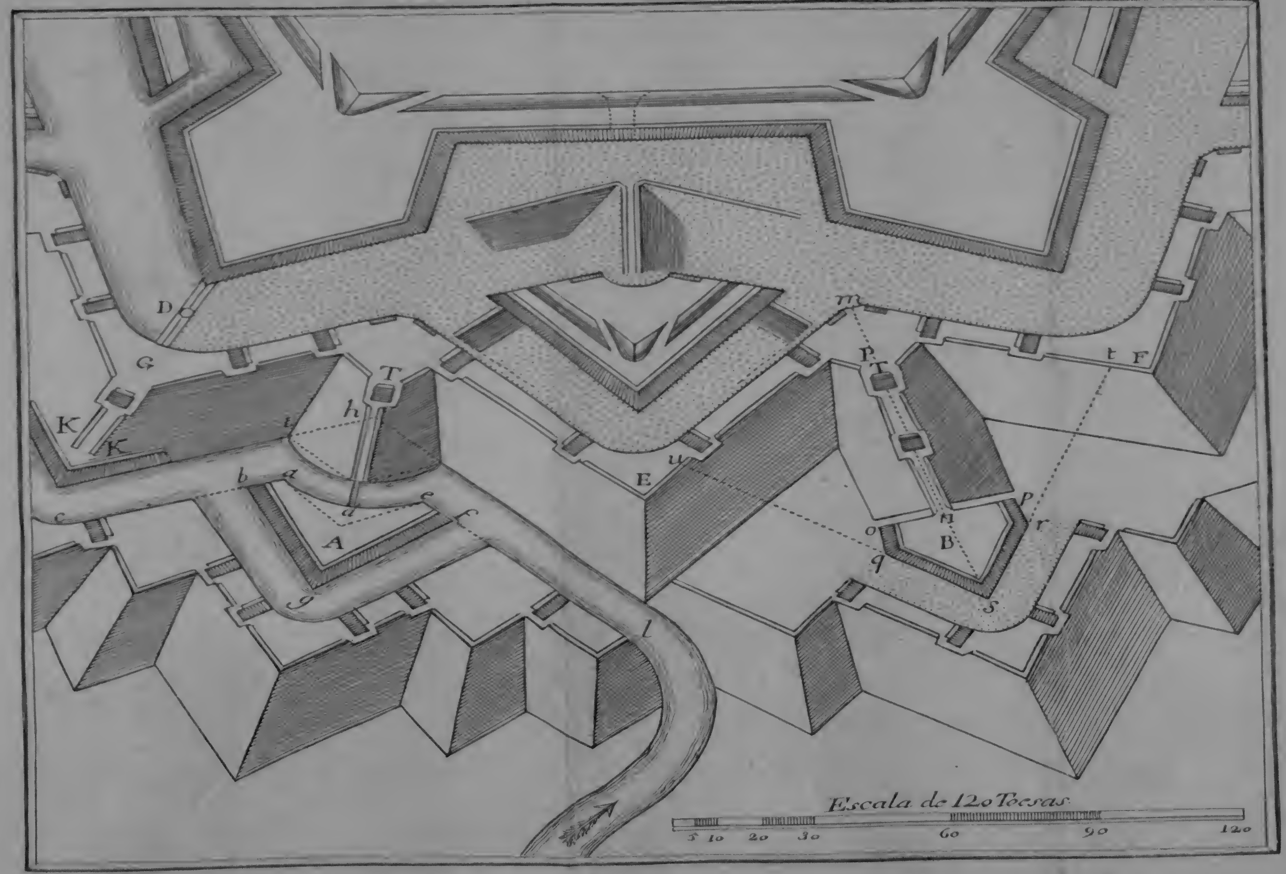

PERFIL CORTADO SOBRE LA LINEA S. T. DE LA FIGURA PRIMERA
Parapeto
Terraplen
Declivio interior
Estribo ó Contrafuerte
Revestimiento
Escarpa
Foso
Contra Escarpa
Camino Cubierto
Esplanada
Escala de 20 Toesas
1 2 3 4 5 10 20


C
h
d
f
l
a
g
b
e
4
D
A
G
X
C
S
T
V
5
1
3
r
O
E
L
m
B
R
F
H
P
n
M
N
m
7
2

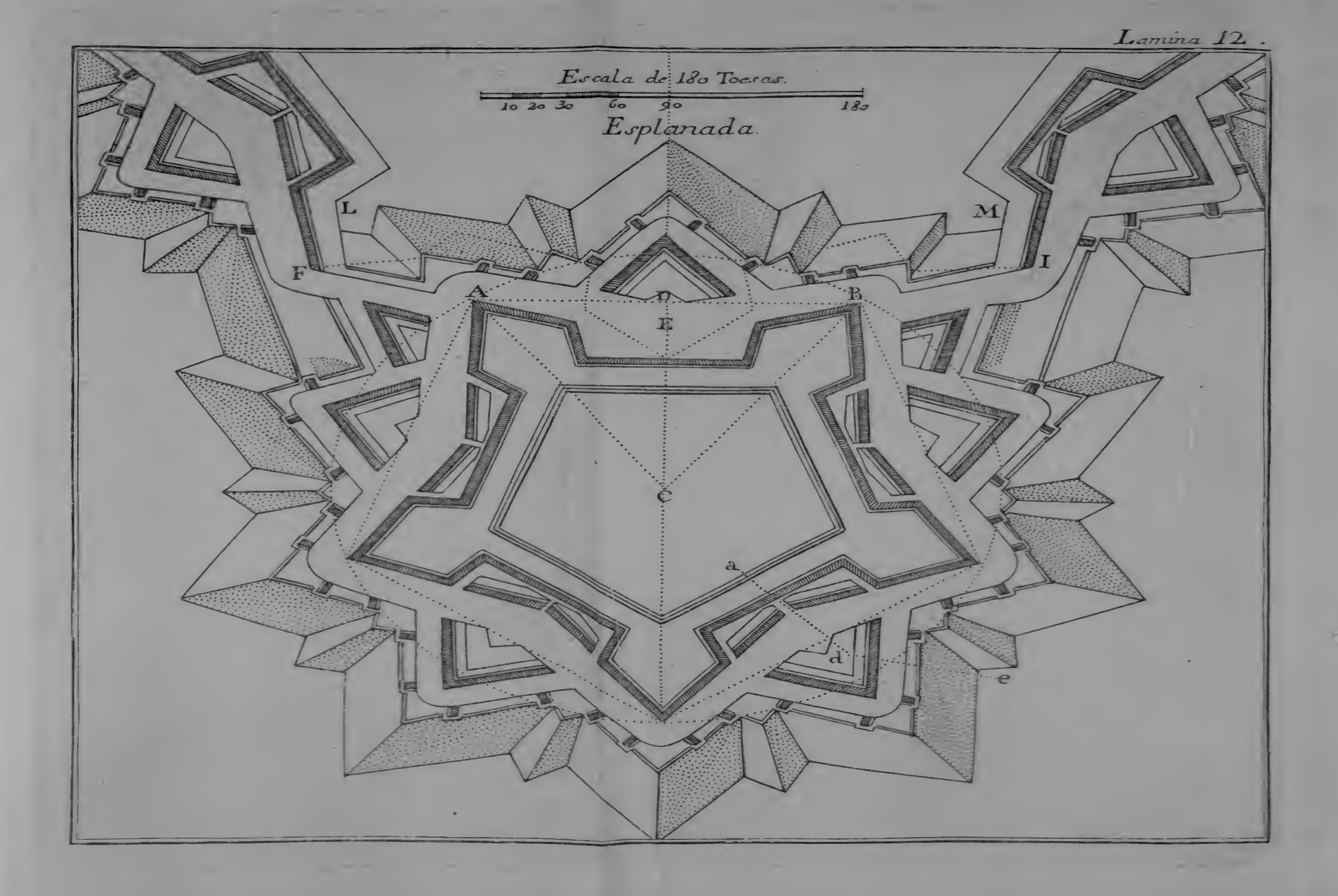

Fig. 5
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 6.

Lam. 10.





D
G
K
K
T
h
i
b
a
c
d
e
f
A
g
l
E
u
m
P
T
t
F
p
n
o
B
r
q
s
Escala de 120 Toesas
5 10 20 30 60 90 120


Escala de 180 Toesas
10 20 30 60 90 180
Esplanada
L
M
F
A
D
E
B
I
C
a
d
e

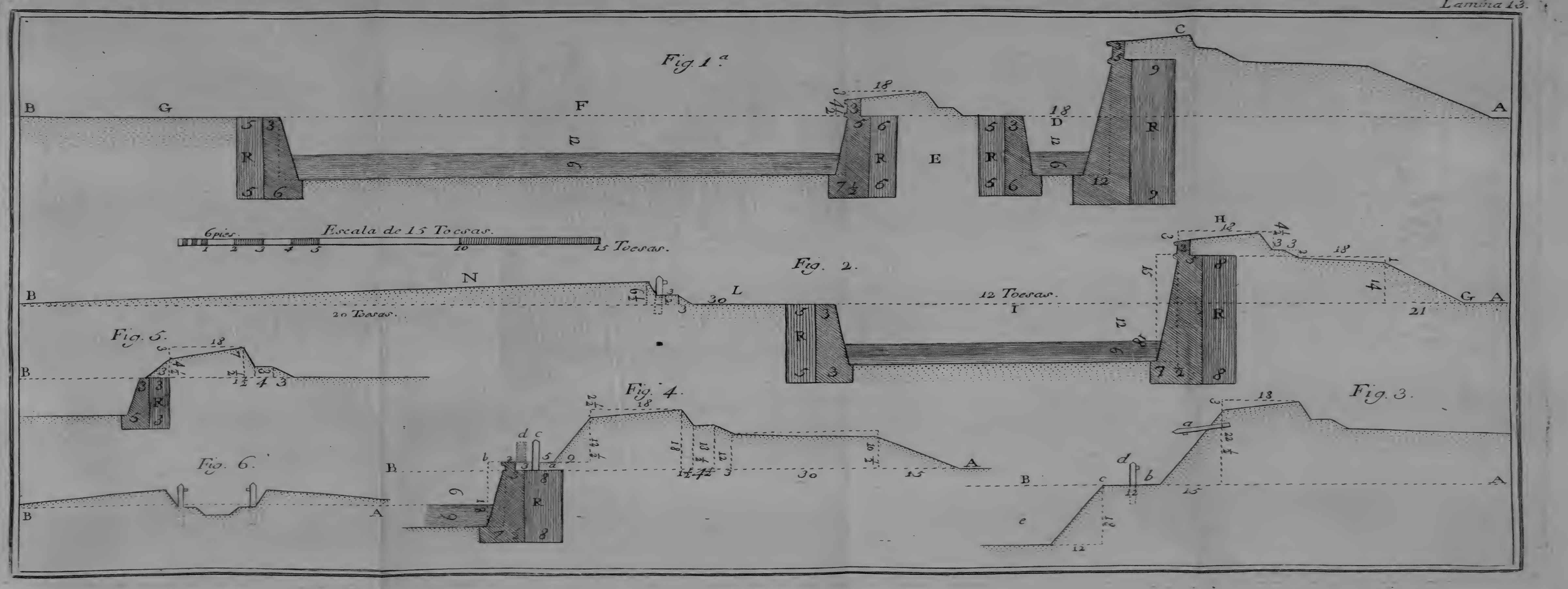
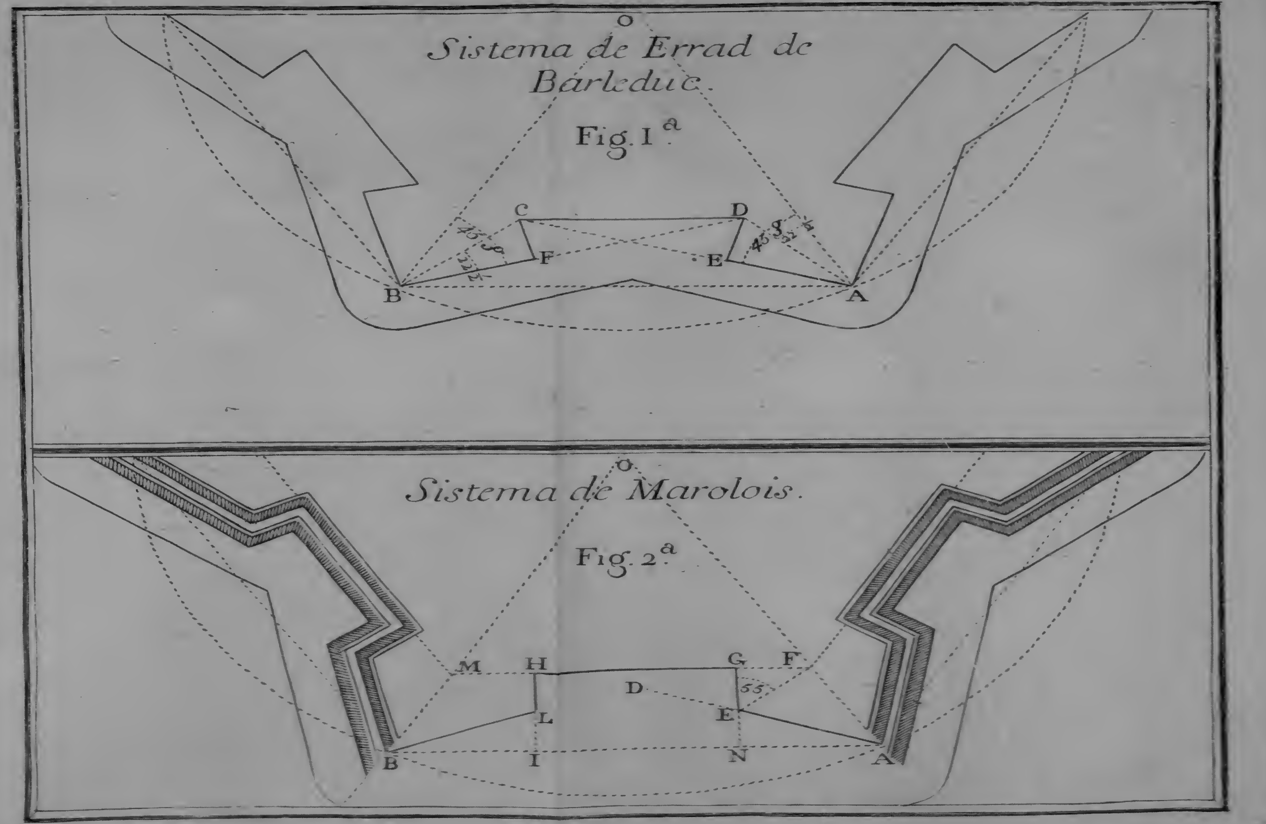
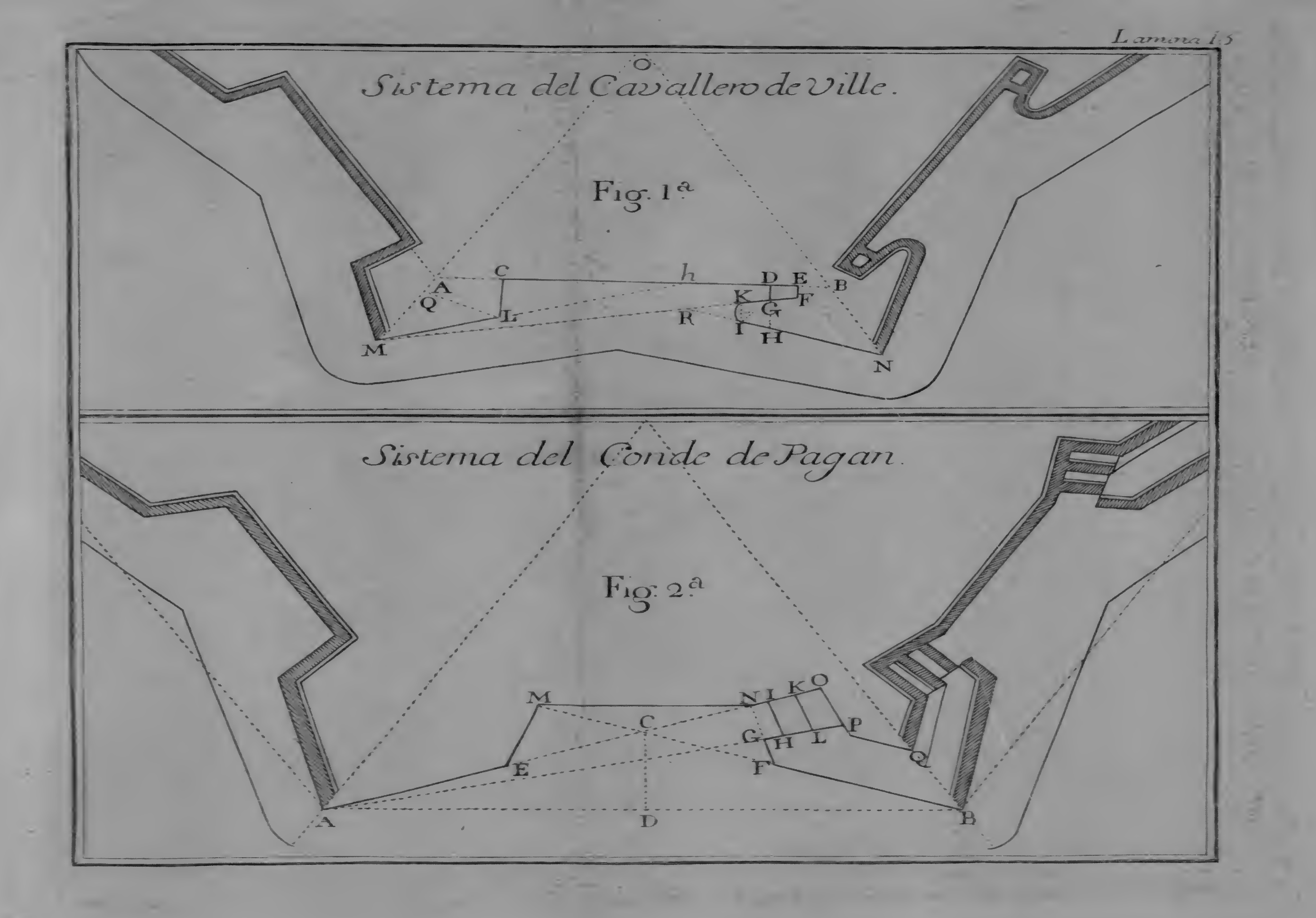
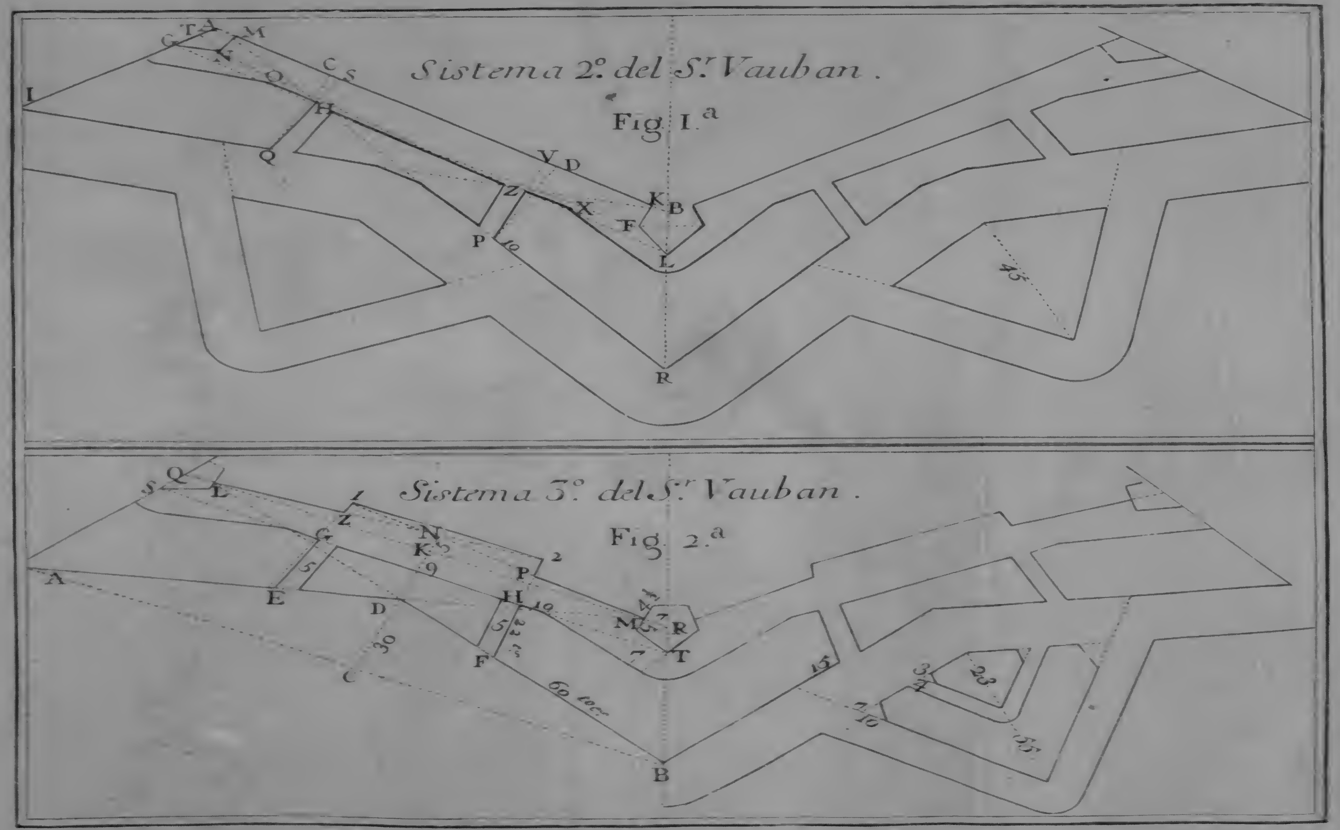
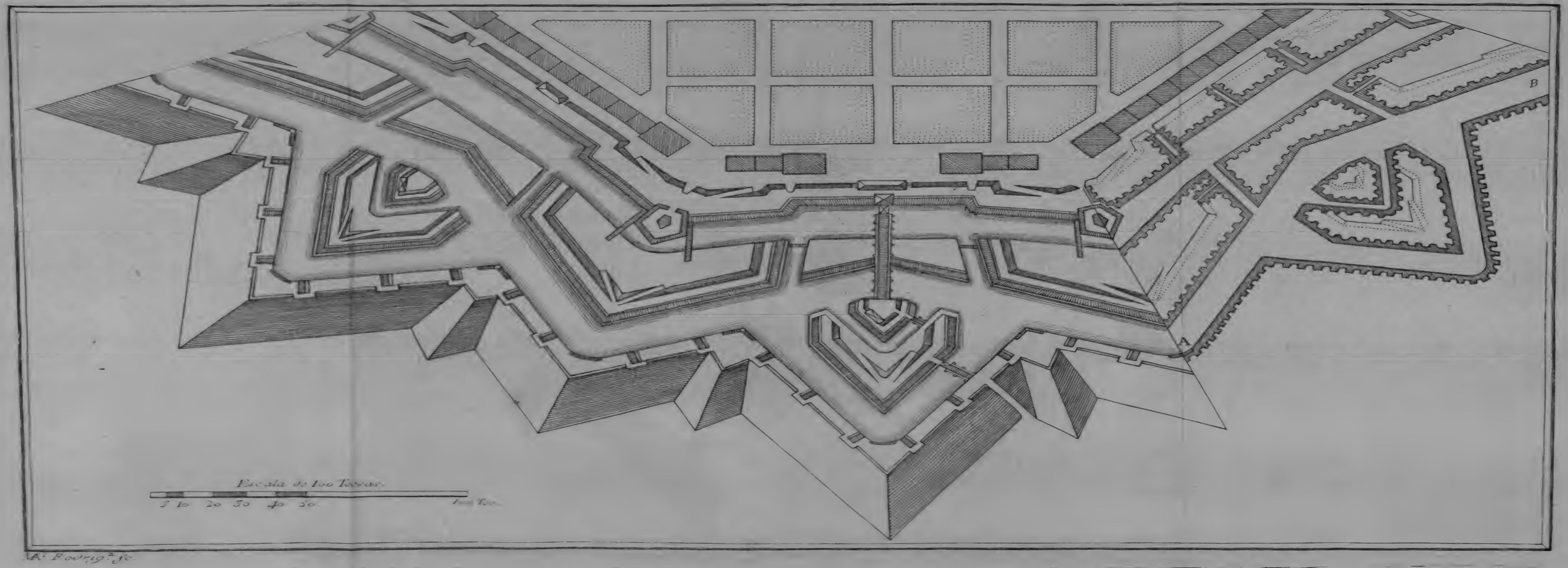


Fig. 1.ª
Escala de 15 Toesas
6 pies
15 Toesas.
Fig. 2.
12 Toesas.
20 Toesas.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.


Sistema de Errad de Barleduc.
Fig. 1.a
O
C
D
F
E
B
A
45
45
Sistema de Marolois.
Fig. 2.a
O
M
H
G
F
D
E
L
B
I
N
A
55


Sistema del Cavallero de Ville.
Fig. 1.ª
O
A
C
h
D
E
B
Q
L
K
F
G
R
I
H
M
N
Sistema del Conde de Pagan.
Fig. 2.ª
M
N
I
K
O
C
P
G
H
L
Q
E
F
A
D
B


Sistema 2.º del S.r Vauban.
Fig. 1.a
Sistema 3.º del S.r Vauban.
Fig. 2.a


B
A
Escala de 100 Toesas.
5 10 20 30 40 50.
M. Rodrig. sc.

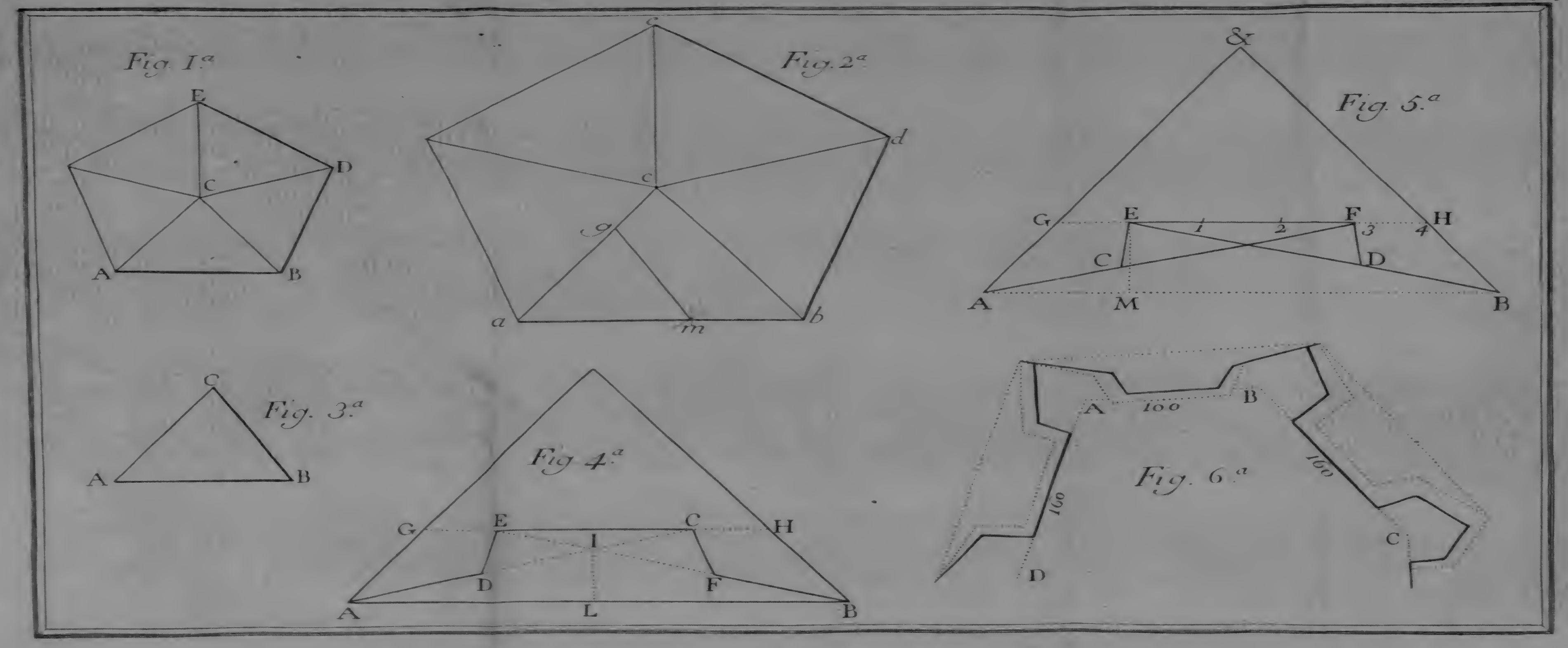
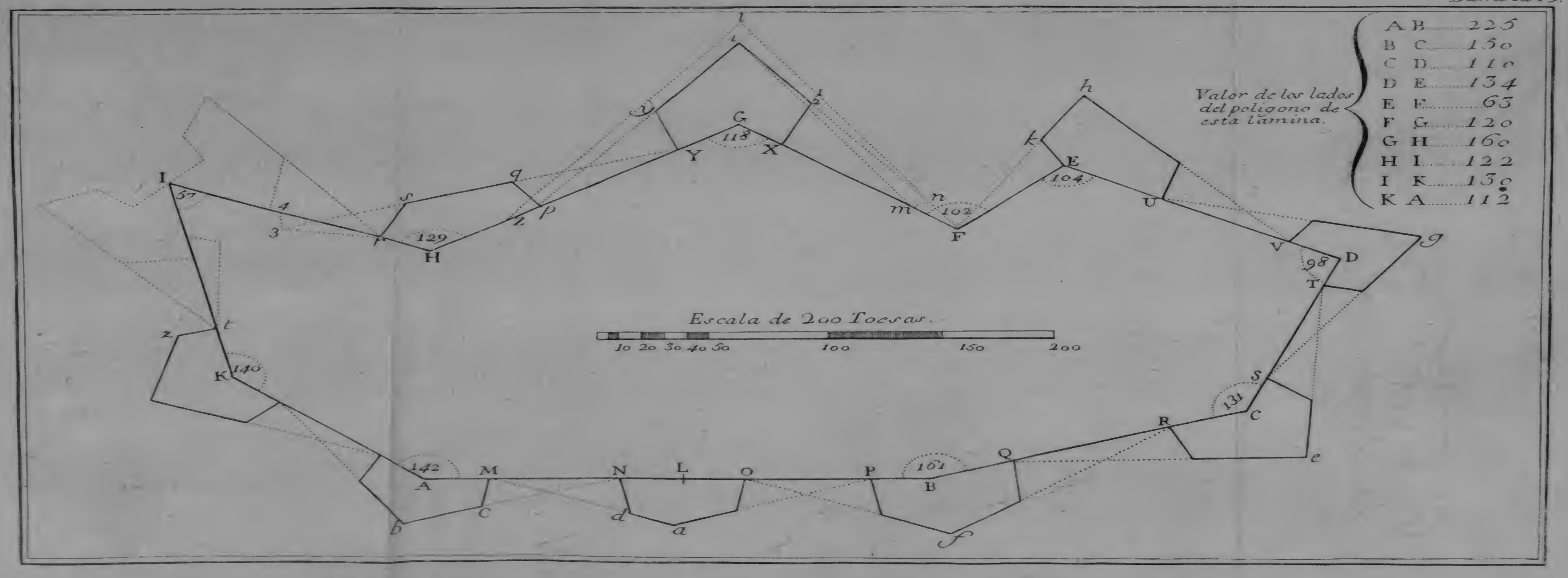
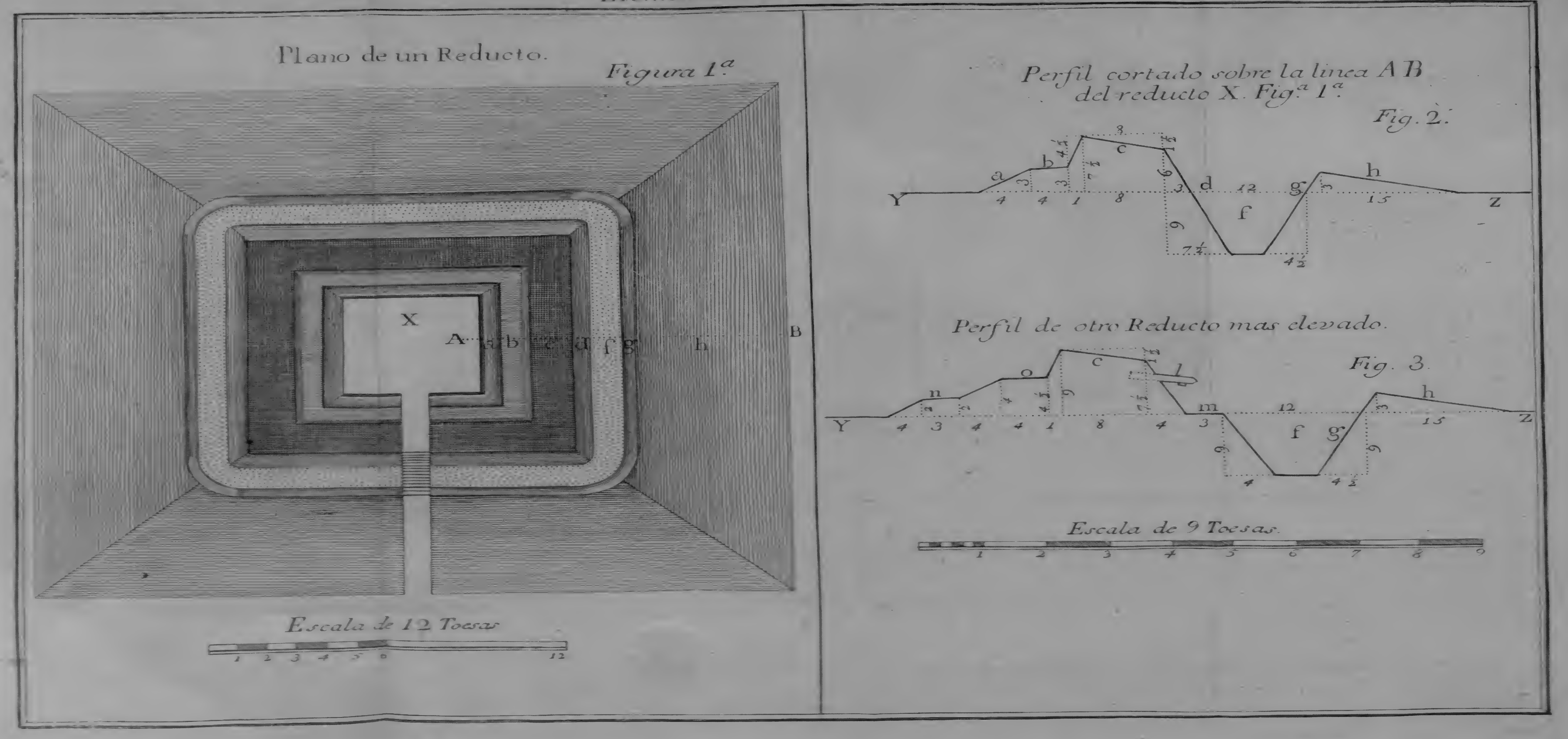
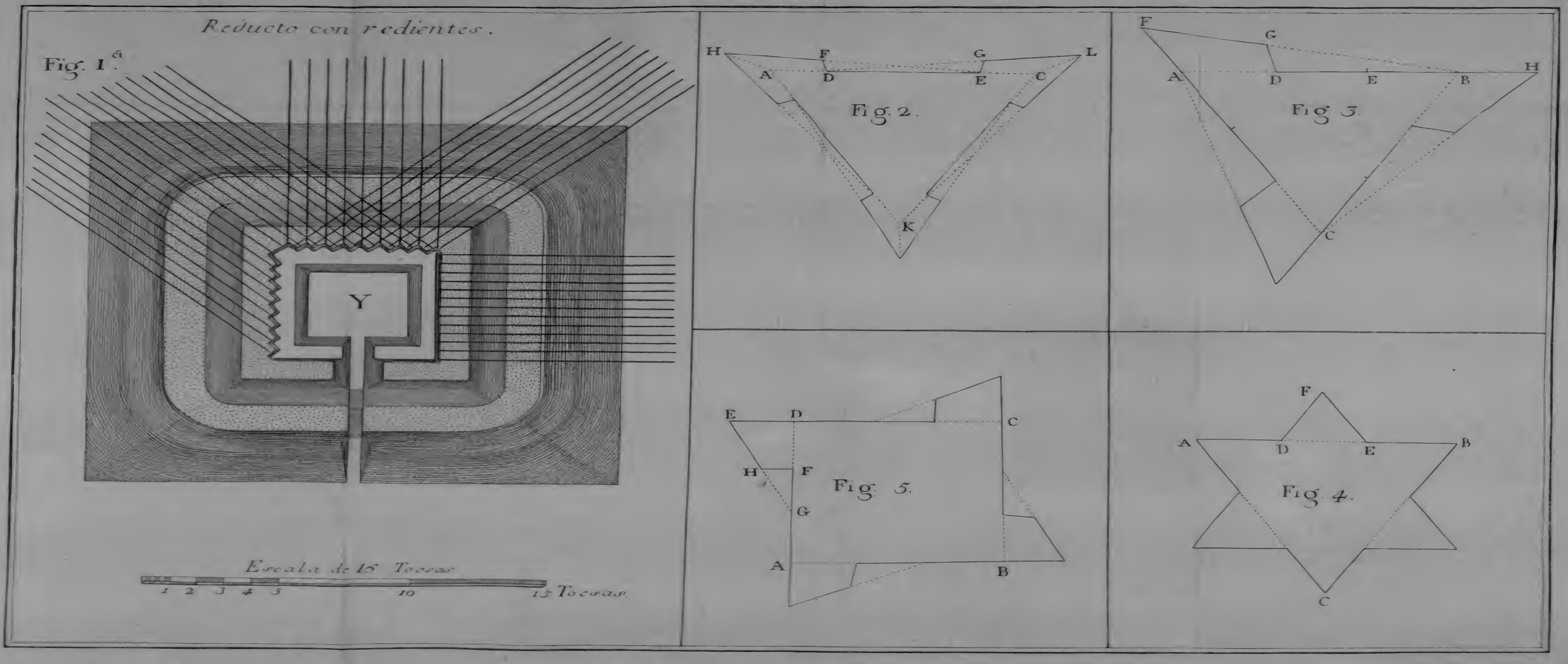


Fig. 1.ª
E
D
C
A
B
Fig. 2.ª
c
d
c
g
a
m
b
Fig. 5.ª
&
G
E
1
2
F
3
4
H
C
D
A
M
B
Fig. 3.ª
C
A
B
Fig. 4.ª
G
E
C
H
I
D
F
A
L
B
A
100
B
100
Fig. 6.ª
100
C
D


Valor de los lados del poligono de esta lamina.
A B 225
B C 150
C D 110
D E 134
E F 63
F G 120
G H 160
H I 122
I K 130
K A 112
Escala de 200 Toesas.
10 20 30 40 50 100 150 200
142
161
131
98
104
102
118
129
57
140


Plano de un Reducto.
Figura 1.ª
X
A
B
Escala de 12 Toesas
Perfil cortado sobre la linea AB
del reducto X. Fig.ª 1.ª
Fig. 2.
Y
Z
Perfil de otro Reducto mas elevado.
Fig. 3.
Escala de 9 Toesas.


Reducto con redientes.
Fig. 1.ª
Y
Escala de 15 Toesas
1 2 3 4 5 10 15 Toesas.
H F G L
A D E C
Fig. 2.
K
F
G
A D E B H
Fig. 3.
C
E D C
H F
Fig. 5.
G
A B
F
A D E B
Fig. 4.
C

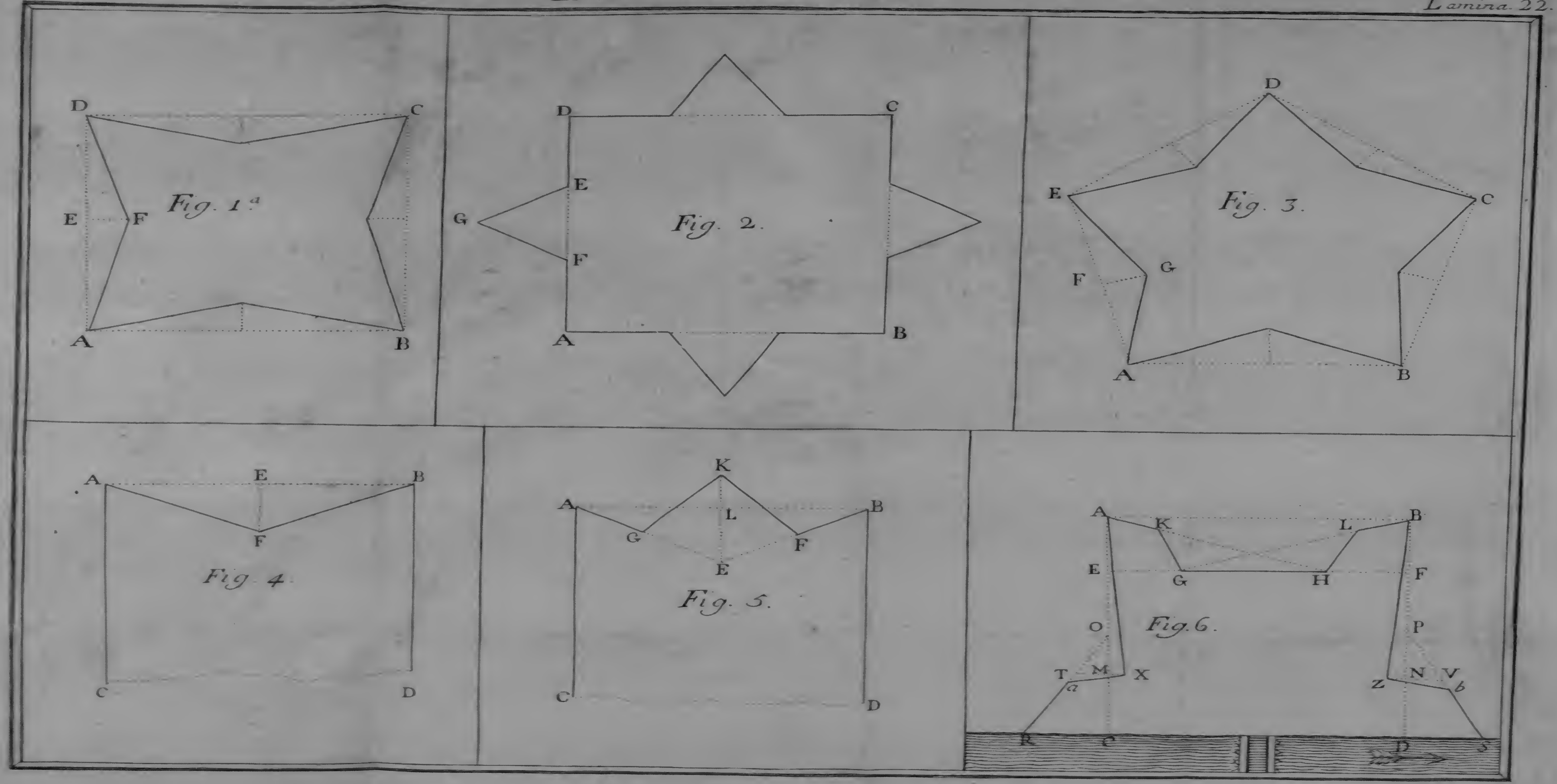


Fig. 1.a
D
C
E
F
A
B
Fig. 2.
D
C
E
G
F
A
B
Fig. 3.
D
E
C
G
F
A
B
Fig. 4.
A
E
B
F
C
D
Fig. 5.
K
A
B
L
G
F
E
C
D
Fig. 6.
A
K
L
B
E
G
H
F
O
P
T
M
X
Z
N
V
a
b
R
e
D
S




600159257
i 25139162



ELEMENTO
DE
FORTIFICA